

AE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-100819

(43)Date of publication of application : 05.04.2002

(51)Int.Cl.

H01L 41/09
C04B 35/49
H01L 41/187
H01L 41/22

(21)Application number : 2000-286115

(71)Applicant : NGK INSULATORS LTD

(22)Date of filing : 20.09.2000

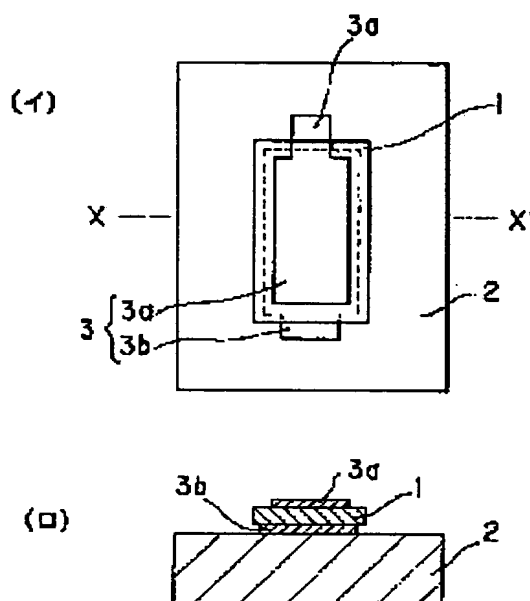
(72)Inventor : KASHIWAYA TOSHIKATSU

(54) PIEZOELECTRIC ELEMENT AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a piezoelectric element, which has very high piezoelectric characteristic, is superior in vibration transfer characteristic between ceramic base material and a piezoelectric material, and can realize miniaturization and high density of an actuator and a sensor, and to provide a method for manufacturing the piezoelectric element.

SOLUTION: This piezoelectric element is provided with the ceramic base material 2, the piezoelectric material 1 composed of porcelain composition, and electrodes 3, which are connected electrically with the base material 2. The porcelain composition is PbMg_{1/3}Nb_{2/3}O₃-PbZrO₃-PbTiO₃ three-component solid solution based composition, whose main component is shown by a formula (1) Pb_x(Mg_{y/3}Nb_{2/3})aTibZrcO₃ (0.95≤x≤1.05, 0.8≤y≤1.0, a+b+c=1.00), and contains NiO of 0.05-10.0 wt.% in the total composition. The piezoelectric material 1 is fixed to the ceramics base material 2, directly or via the electrode 3.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

07.02.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3512379

[Date of registration]

16.01.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3512379号

(P3512379)

(45) 発行日 平成16年 3 月29日 (2004. 3. 29)

(24) 登録日 平成16年 1 月16日 (2004. 1. 16)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	
H 0 1 L 41/09		C 0 4 B 35/49	R
C 0 4 B 35/49		H 0 1 L 41/08	C
H 0 1 L 41/187		41/18	1 0 1 F
41/22		41/22	Z

請求項の数 8 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2000-286115(P2000-286115)	(73) 特許権者	000004064 日本碍子株式会社 愛知県名古屋瑞穂区須田町 2 番56号
(22) 出願日	平成12年 9 月20日 (2000. 9. 20)	(72) 発明者	柏屋 俊克 愛知県名古屋瑞穂区須田町 2 番56号
(65) 公開番号	特開2002-100819(P2002-100819A)		日本碍子株式会社内
(43) 公開日	平成14年 4 月 5 日 (2002. 4. 5)	(74) 代理人	100088616 弁理士 渡邊 一平
審査請求日	平成14年 2 月 7 日 (2002. 2. 7)		
		審査官	岡 和久
		(56) 参考文献	特開 平 7 - 315926 (J P, A) 特開2000-244031 (J P, A)
		(58) 調査した分野(Int.Cl. ⁷ , D B 名)	H01L 41/09

(54) 【発明の名称】 圧電体素子、及びその製造方法

- 1
- (57) 【特許請求の範囲】
- 【請求項 1】 セラミックス基体と、
 $\text{PbMg}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_3$ - PbZrO_3 - PbTiO_3 三成分固溶系組成物で、下記一般式 (1) に示す組成物を主成分とし、NiO を全組成物中 0.05 ~ 10.0 重量% 含有する磁器組成物からなる圧電体と、
前記圧電体に電気的に接続される電極とを備え、
前記圧電体が、前記セラミックス基体に、直接又は前記電極を介して、1 ~ 300 μm の厚さで固着されてなることを特徴とする圧電体素子。
- 【化 1】
 $\text{Pb}_x(\text{Mg}_{1-x}\text{Nb}_x)_y\text{Ti}_z\text{Zr}_c\text{O}_3 \cdots (1)$
「式 (1) 中、 $0.95 \leq x \leq 1.05$ 、 $0.8 \leq y \leq 1.0$ であり、かつ a, b, c が、 $(a, b, c) = (0.550, 0.425, 0.025)$ 、 $(0.55$
- 2
- 0.0325, 0.125), (0.375, 0.325, 0.300), (0.100, 0.425, 0.475), (0.100, 0.475, 0.425), (0.375, 0.425, 0.200) で囲まれる範囲の小数である (但し、 $a + b + c = 1.00$ である。)。」
- 【請求項 2】 前記磁器組成物中の前記 NiO が、前記圧電体の前記セラミックス基体との固着面から厚さ方向に高濃度となる濃度勾配を有して分散している請求項 1 に記載の圧電体素子。
- 10 【請求項 3】 前記磁器組成物中の Pb の 2 ~ 10 mol % が、Sr、Ca、Ba からなる群から選ばれた少なくとも 1 種で置換されてなる請求項 1 又は 2 に記載の圧電体素子。
- 【請求項 4】 前記磁器組成物中の Pb の 0.2 ~ 1.

0 mol %が、Laで置換されてなる請求項1～3のいずれか一項に記載の圧電体素子。

【請求項5】 前記セラミックス基体の厚さが、3 μm～1 mmである請求項1～4のいずれか一項に記載の圧電体素子。

【請求項6】 前記圧電体の厚さに対する前記セラミックス基体の厚さの割合（セラミックス基体の厚さ／圧電体の厚さ）が、0.1～3.0である請求項1～5のいずれか一項に記載の圧電体素子。

【請求項7】 $\text{PbMg}_{1-x}\text{Nb}_{2-x}\text{O}_3-\text{PbZrO}_3-\text{PbTiO}_3$ 三成分固溶系組成物で、下記一般式(1)に示す組成物を主成分とし、NiOを全組成物中0.05～10.0重量%含有する磁器組成物からなる圧電材料を、セラミックス基体上に、又は前記セラミックス基体に形成された電極上に塗布し、前記塗布された圧電材料を、前記磁器組成物と同一又はより大きなNi含有率の組成からなる雰囲気制御用材料を共存させて熱処理することを特徴とする圧電体素子の製造方法。

【化2】

$\text{Pb}_x(\text{Mg}_{1-x}\text{Nb}_{2-x})_y\text{Ti}_z\text{Zr}_c\text{O}_3 \cdots (1)$
「式(1)中、 $0.95 \leq x \leq 1.05$ 、 $0.8 \leq y \leq 1.0$ であり、かつa、b、cが、 $(a, b, c) = (0.550, 0.425, 0.025)$ 、 $(0.550, 0.325, 0.125)$ 、 $(0.375, 0.325, 0.300)$ 、 $(0.100, 0.425, 0.475)$ 、 $(0.100, 0.475, 0.425)$ 、 $(0.375, 0.425, 0.200)$ で囲まれる範囲の小数である（但し、 $a + b + c = 1.00$ である。）。」

【請求項8】 $\text{PbMg}_{1-x}\text{Nb}_{2-x}\text{O}_3-\text{PbZrO}_3-\text{PbTiO}_3$ 三成分固溶系組成物で、下記一般式(1)に示す組成物を主成分とし、異なるNiO含有率とした磁器組成物からなる複数種の圧電材料を調製し、前記複数種の圧電材料を、Ni含有率の小さなものから順次セラミックス基体上に、又は前記セラミックス基体に形成された電極上に塗布し、前記塗布された圧電材料を、熱処理することを特徴とする圧電体素子の製造方法。

【化3】

$\text{Pb}_x(\text{Mg}_{1-x}\text{Nb}_{2-x})_y\text{Ti}_z\text{Zr}_c\text{O}_3 \cdots (1)$
「式(1)中、 $0.95 \leq x \leq 1.05$ 、 $0.8 \leq y \leq 1.0$ であり、かつa、b、cが、 $(a, b, c) = (0.550, 0.425, 0.025)$ 、 $(0.550, 0.325, 0.125)$ 、 $(0.375, 0.325, 0.300)$ 、 $(0.100, 0.425, 0.475)$ 、 $(0.100, 0.475, 0.425)$ 、 $(0.375, 0.425, 0.200)$ で囲まれる範囲の小数である（但し、 $a + b + c = 1.00$ である。）。」

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、圧電体素子に関する。更に詳しくは、極めて高い圧電特性を有するとともに、セラミックス基体と圧電体間の振動伝達性に優れ、アクチュエータ、センサーの小型化及び高密度化を図ることができる圧電体素子及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、インクジェットプリンタヘッド、スピーカー、マイクロフォン等に圧電体素子が利用されている。従来、圧電体素子としては、セラミックス基体上に、磁器組成物からなる圧電体と、この圧電体に電気的に接続された電極とを備えたものが知られているが、圧電体を構成する磁器組成物については種々改良されたものが開示されている。

【0003】 例えば、 $\text{PbTiO}_3-\text{PbZrO}_3$ 二成分固溶系組成物、 $\text{Pb}(\text{Mg}_{1-x}\text{Nb}_{2-x})\text{O}_3-\text{PbTiO}_3-\text{PbZrO}_3$ 三成分固溶系組成物、又はこれらの組成物中のPb、Mgの一部をNi、Nb、Mn等で置換した組成物が開示されている（特公昭50-3519号公報、特公昭60-102779号公報、Journal of The American Ceramic Society; 49[11]577(1966)）。これらは、圧電体素子の圧電特性（例えば、圧電d定数）を決定する最も重要な要素である圧電体を構成する磁器組成物自体の圧電特性を向上させたものであり、これら磁器組成物からなる圧電体を用いることにより、優れた圧電特性を有する圧電体素子が期待されるものである。

【0004】 しかしながら、実際に、上述した磁器組成物からなる圧電材料をセラミックス基体上に塗布し、その後、熱処理して圧電体素子を製造した場合、得られる圧電体素子の圧電体の緻密性が低いため、屈曲変位が低い、又は電圧を印加した際に緻密性が低い部分で絶縁破壊を起こしてしまうという問題が指摘されていた（少なくとも、従来このような認識の下、次に述べる圧電体素子を製造していたのが現状であった。）。

【0005】 このため、従来の圧電体素子としては、上述した磁器組成物からなる圧電材料を予め熱処理した圧電体を、セラミックス基体上に張り付けたものが用いられていた（特開平11-29357号公報）。この圧電体素子は、セラミックス基体の拘束による圧電体の緻密化の阻害、という点に着目して、磁器組成物からなる圧電材料を予め加熱処理して圧電体の緻密化を図ることにより圧電特性を向上させたものである。

【0006】 しかしながら、この圧電体素子では、圧電体をセラミックス基体上に張り付ける際に無機系、有機系の接着剤を用いる必要があるため、この接着剤が、セラミックス基体と圧電体間の振動伝達を阻害したり、

5

又は接着剤成分が圧電体やセラミックス基体へ浸透してこれらの特性を劣化させてしまうという問題があった。

【0007】 また、前述した従来の磁器組成物は、必ずしも十分な圧電特性を有するものではなかった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、上述の問題に鑑みてなされたものであり、極めて高い圧電特性を有するとともに、セラミックス基体と圧電体間の振動伝達性に優れ、アクチュエータ、センサー等の小型化及び高密度化を図ることができる圧電体素子及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明者は、上述の課題を解決するべく鋭意研究した結果、 $PbMg_{1-x}Nb_{x-y}O_3-PbZrO_3-PbTiO_3$ 三成分固溶系組成物で特定の組成を有する組成物を主成分とし、NiOを特定割合で含有する磁器組成物からなる圧電材料を用いた場合には、セラミックス基体上に塗布した後、加熱処理しても、緻密化が進行し極めて高い圧電特性を有する圧電体とすることができることを見出し、本発明を完成させた。

【0010】 即ち、本発明によれば、セラミックス基体と、 $PbMg_{1-x}Nb_{x-y}O_3-PbZrO_3-PbTiO_3$ 三成分固溶系組成物であって、下記一般式(1)に示す組成物を主成分とし、NiOを全組成物中0.05～10.0重量%含有する磁器組成物からなる圧電体と、この圧電体に電氣的に接続される電極とを備え、圧電体が、セラミックス基体に、直接又は電極を介して、1～3000 μ mの厚さで固着されてなることを特徴とする圧電体素子が提供される。

【0011】

【化4】

$Pb_x(Mg_{y-z}Nb_{z-y})_xTi_zZr_cO_3 \cdots (1)$

【0012】 「式(1)中、 $0.95 \leq x \leq 1.0$ 、 $5.0 \leq y \leq 1.0$ であり、かつa、b、cが、 $(a, b, c) = (0.550, 0.425, 0.025)$ 、 $(0.550, 0.325, 0.125)$ 、 $(0.375, 0.325, 0.300)$ 、 $(0.100, 0.425, 0.475)$ 、 $(0.100, 0.475, 0.425)$ 、 $(0.375, 0.425, 0.200)$ で囲まれる範囲の小数である(但し、 $a+b+c=1.00$ である。)。」

【0013】 本発明においては、磁器組成物中のNiOが、圧電体のセラミックス基体との固着面から厚さ方向に高濃度となる濃度勾配を有して分散していることが好ましい。

【0014】 また、磁器組成物中のPbの2～10mol%は、Sr、Ca、Baからなる群から選ばれる少なくとも1種で置換してもよく、磁器組成物中のPbの0.2～1.0mol%は、Laで置換してもよい。

6

【0015】 また、セラミックス基体の厚さは、 $3\mu m \sim 1mm$ であることが好ましい。更には、圧電体の厚さに対するセラミックス基体の厚さの割合(セラミックス基体の厚さ/圧電体の厚さ)は、0.1～3.0であることが好ましい。

【0016】 また、本発明によれば、 $PbMg_{1-x}Nb_{x-y}O_3-PbZrO_3-PbTiO_3$ 三成分固溶系組成物で、下記一般式(1)に示す組成物を主成分とし、NiOを全組成物中0.05～10.0重量%含有する磁器組成物からなる圧電材料を、セラミックス基体上に、又はセラミックス基体に形成された電極上に塗布し、セラミックス基体上又は電極上に塗布した圧電材料を、磁器組成物と同一又はより大きなNiO含有率の組成からなる雰囲気制御用材料を共存させて熱処理することを特徴とする圧電体素子の製造方法が提供される。

【0017】

【化5】

$Pb_x(Mg_{y-z}Nb_{z-y})_xTi_zZr_cO_3 \cdots (1)$

【0018】 「式(1)中、 $0.95 \leq x \leq 1.0$ 、 $5.0 \leq y \leq 1.0$ であり、かつa、b、cが、 $(a, b, c) = (0.550, 0.425, 0.025)$ 、 $(0.550, 0.325, 0.125)$ 、 $(0.375, 0.325, 0.300)$ 、 $(0.100, 0.425, 0.475)$ 、 $(0.100, 0.475, 0.425)$ 、 $(0.375, 0.425, 0.200)$ で囲まれる範囲の小数である(但し、 $a+b+c=1.00$ である。)。」

【0019】 また、本発明によれば、 $PbMg_{1-x}Nb_{x-y}O_3-PbZrO_3-PbTiO_3$ 三成分固溶系組成物で、下記一般式(1)に示す組成物を主成分とし、異なるNiO含有率とした磁器組成物からなる複数種の圧電材料を調製し、この複数種の圧電材料を、Ni含有率の小さなものから順次セラミックス基体上、又はセラミックス基体に形成された電極上に塗布し、このセラミックス基体上又は電極上に塗布した圧電材料を、熱処理することを特徴とする圧電体素子の製造方法が提供される。

【0020】

【化6】

$Pb_x(Mg_{y-z}Nb_{z-y})_xTi_zZr_cO_3 \cdots (1)$

【0021】 「式(1)中、 $0.95 \leq x \leq 1.0$ 、 $5.0 \leq y \leq 1.0$ であり、かつa、b、cが、 $(a, b, c) = (0.550, 0.425, 0.025)$ 、 $(0.550, 0.325, 0.125)$ 、 $(0.375, 0.325, 0.300)$ 、 $(0.100, 0.425, 0.475)$ 、 $(0.100, 0.475, 0.425)$ 、 $(0.375, 0.425, 0.200)$ で囲まれる範囲の小数である(但し、 $a+b+c=1.00$ である。)。」

【0022】 また、本発明による圧電体素子は、緻密

で小型の誘電体素子、焦電体素子として、コンデンサや各種センサーに用いることができる。

【0023】

【発明の実施の形態】 以下、本発明の実施の形態を、図面を参照しつつ具体的に説明する。

【0024】 1. 圧電体素子

図1に示すように、本発明の圧電体素子は、セラミックス基体2と、特定の磁器組成物を主成分とする圧電体1と、この圧電体1に電気的に接続される電極3(3a、3b)とを備え、圧電体1が、セラミックス基体2に、直接又は電極3を介して、1~300 μ mの厚さで固着されてなるものである。以下、具体的に説明する。

【0025】 本発明に用いられるセラミックス基体2の材質としては、耐熱性、化学的安定性、及び絶縁性の点から、安定化された酸化ジルコニウム、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、ムライト、窒化アルミニウム、窒化珪素、及びガラスよりなる群から選ばれる少なくとも1種を含むものが好ましい。中でも、機械的強度が大きく、韌性に優れる点から安定化された酸化ジルコニウムを含むものが好ましい。

【0026】 セラミックス基体2の厚さは、3 μ m~1mmが好ましく、5~500 μ mがより好ましく、7~200 μ mが特に好ましい。3 μ m未満であると、圧電体素子の機械的強度が弱くなることがあり、1mmを超えると圧電体素子に電圧を印加した場合に圧電体1の収縮応力に対するセラミックス基体2の剛性が大きくなり、圧電体素子の屈曲変位が小さくなってしまうことがある。

【0027】 但し、図2に示すように、セラミックス基体2は、圧電体1又は電極3(3b)との固着面2aに略対応する領域を上記の厚さとした薄肉部2cと、固着面2a以外に略対応する領域を薄肉部2cより厚くした厚肉部2bとを設けることもできる。これにより、圧電体素子の屈曲変位を大きくし、かつ機械的強度を大きくすることができる。また、図3に示すように、このような構造単位を、共通化したセラミックス基体2上に複数設ける構成とすることもできる。

【0028】 セラミックス基体2の表面の形状は特に制限はなく、例えば、長方形、正方形、三角形、楕円形、真円形、R付正方形、R付長方形、カプセル型、又はこれらを組合わせた複合形等を挙げることができる。

【0029】 本発明に用いられる圧電体1は、 $Pb_{1-x}Mg_xNb_{1-y}O_3-PbZrO_3-PbTiO_3$ 三成分固溶系組成物であって、下記一般式(1)に示す組成物を主成分とし、NiOを特定の割合で含有する磁器組成物からなるものである。

【0030】

【化7】

$Pb_{1-x}(Mg_{1-x}Nb_{1-y})_yTi_zZr_{1-z}O_3 \cdots (1)$

【0031】 「式(1)中、 $0.95 \leq x \leq 1.0$

$5.0.8 \leq y \leq 1.0$ であり、かつa、b、cが、
(a、b、c)=(0.550、0.425、0.025)、(0.550、0.325、0.125)、
(0.375、0.325、0.300)、(0.100、0.425、0.475)、(0.100、0.475、0.425)、(0.375、0.425、0.200)で囲まれる範囲の小数である(但し、 $a+b+c=1.00$ である。)。」

【0032】 これにより、磁器組成物自体の圧電特性の向上と圧電体1の緻密化という両面から圧電体素子の屈曲変位を向上させることができる。

【0033】 上記一般式(1)中、a、b、cを、上述した特定の範囲とするのは、この範囲外であると、圧電体素子の屈曲変位が小さくなるためである。

【0034】 NiOの含有率は、磁器組成物中、0.05~10.0重量%であり、0.50~8.0重量%が好ましく、1.0~6.0重量%がより好ましい。NiOの含有率が、0.05重量%未満であると緻密化が不十分となり、圧電体素子の屈曲変位が小さくなり、NiO含有率が、10.0重量%を超えるとセラミックス基体2との反応が増大し、やはり圧電体素子の屈曲変位が小さくなる。

【0035】 磁器組成物中のNiOは、この磁器組成物により構成される圧電体1に均一に分散していることが好ましく、圧電体1のセラミックス基体2との固着面2aから厚さ方向に、高濃度となる濃度勾配を有して分散していることがより好ましい。これにより、圧電体1をセラミックス基体2に直接又は電極3を介して、1~300 μ mの厚さで固着した場合であっても、より緻密化した圧電体1とすることができる。

【0036】 磁器組成物自体の圧電特性を大きくするためには、磁器組成物中のPbを、Sr、Ca、Ba、Laよりなる群から選ばれる少なくとも1種で置換することが好ましい。この際、磁器組成物中のPbをSr、Ca、Baからなる群から選ばれる少なくとも1種で置換する場合は、磁器組成物中のPbの2~10mol%を置換することが好ましく、4~8mol%を置換することがより好ましい。2mol%未満であると屈曲変位が小さくなることがあり、10mol%を超えるとキュリー点が低くなり、屈曲変位の温度変化が大きくなることがある。磁器組成物中のPbをLaで置換する場合は、磁器組成物中のPbの0.2~1.0mol%を置換することが好ましく、0.4~0.9mol%を置換することがより好ましい。0.2mol%未満であると屈曲変位が小さくなることがあり、1.0mol%を超えるとキュリー点が低くなり、屈曲変位の温度変化が大きくなることがある。

【0037】 磁器組成物の平均粒子径は、1~20 μ mが好ましく、3~10 μ mがより好ましい。1 μ m未満であると、圧電体1中の分域が十分発達しないため屈

曲変位が小さくなることもあり、20 μm を超えると圧電体1中の分域が大きいものの分域が動きにくくなるため、屈曲変位が小さくなることもある。

【0038】 磁器組成物は、ペロブスカイト相以外の相を、20容積%以下有することが好ましく、10容積%以下有することがより好ましい。20容積%より多く有すると圧電体素子の屈曲変位が小さくなることがある。

【0039】 圧電体1の気孔率は、10容積%以下であることが好ましく、5容積%以下であることがより好ましい。10容積%を超えると圧電体素子の屈曲変位が小さくなるとともに、機械的強度が小さくなることがある。

【0040】 圧電体1の厚さは、1~300 μm が好ましく、3~100 μm がより好ましく、5~30 μm が特に好ましい。1 μm 未満であると、本発明で用いられる特定の磁器組成物からなる圧電体1であっても緻密化が不十分となり、圧電体素子の屈曲変位が小さくなることがあり、300 μm を超えると相対的にセラミックス基体2への応力が過大となるため、基体破壊を防止するために厚いセラミックス基体2が必要となり、結局、圧電体素子の実用上要求される小型化が困難になることがある。

【0041】 また、圧電体1の厚さに対するセラミックス基体2の厚さの割合（セラミックス基体2の厚さ/圧電体1の厚さ）は、0.1~30が好ましく、0.3~10がより好ましく、0.5~5が特に好ましい。0.1未満であると、圧電体素子の機械的強度が弱くなることがあり、30を超えると圧電体素子の屈曲変位が小さくなることがある。

【0042】 本発明に用いられる電極3は、圧電体1に電気的に接続されるものであることの他は特に制限はなく、例えば、図4に示すように、セラミックス基体2に固着してなる圧電体1上に、一対の櫛形電極3c、3dを形成したものでよく、逆に、図5に示すように、セラミックス基体2に固着してなる一対の櫛形電極3c、3d上に圧電体1を固着してなるものでもよい。

【0043】 また、図6に示すように、セラミックス基体2に固着してなる共通電極3e上に圧電体1を固着してなるとともに、共通電極3eを固着している圧電体1の面と反対の面に一対の櫛形電極3c、3dを形成してなるものでもよく、逆に、図7に示すように、セラミックス基体2に固着してなる一対の櫛形電極3c、3d上に圧電体1を固着してなるとともに、櫛形電極3c、3dが固着している圧電体1の面と反対の面に共通電極3eを形成してなるものでもよい。

【0044】 電極3の材質としては、白金、パラジウム、ロジウム、銀、及びこれらの合金よりなる群から選ばれた少なくとも1種を挙げることができる。中でも、圧電体1を熱処理する際の耐熱性が高い点で、白金、又

は白金を主成分とする合金が好ましい。

【0045】 電極3の厚さは、15 μm 以下が好ましく、5 μm 以下がより好ましい。15 μm を超えると、電極3が緩和層として作用し、屈曲変位が小さくなることがある。尚、電極3は必要に応じて熱処理され、セラミックス基体2と一体化される。

【0046】 本発明の圧電体素子は、上述した圧電体1が、上述したセラミックス基体2に、直接又は電極3を介して、1~300 μm の厚さで固着されてなるものである。これにより、接着剤等の介在によるセラミックス基体2と圧電体1間の振動伝達性の低下、及び接着剤成分等の浸透による圧電体1やセラミックス基体2の特性劣化による、圧電特性の低下を回避することができる。

【0047】 ここで「固着」とは、有機系、無機系の一切の接着剤を用いることなく、セラミックス基体2と圧電体1又は電極3との固相反応により、セラミックス基体2に圧電体1を直接又は電極3を介して、1~300 μm の厚さで緊密一体化することを意味する。尚、本発明の圧電体素子は、次に述べる第一、第二の製造方法により製造することができる。

【0048】 2. 第一の製造方法

本発明の第一の製造方法は、特定の磁器組成物を主成分とする圧電材料を、セラミックス基体上又はセラミックス基体に形成された電極上に塗布し、このセラミックス基体上又は電極上に塗布した圧電材料を、特定の組成からなる雰囲気制御用材料を共存させて熱処理するものである。以下、具体的に説明する。

【0049】 本発明の第一の製造方法では、まず、特定の磁器組成物からなる圧電材料を、セラミックス基体上又はセラミックス基体に形成された電極上に塗布する。

【0050】 第一の製造方法で用いられるセラミックス基体は、本発明の圧電体素子で述べたものと同様である。

【0051】 第一の製造方法で用いられる圧電材料は、 $\text{PbMg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3 - \text{PbZrO}_3 - \text{PbTiO}_3$ 三成分固溶系組成物であって、下記一般式(1)に示す組成物を主成分とし、NiOを特定の割合で含有する磁器組成物からなるものである。

【0052】

【化8】

$\text{Pb}_x(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})_y\text{Ti}_z\text{Zr}_c\text{O}_3 \cdots (1)$

【0053】 「式(1)中、 $0.95 \leq x \leq 1.0$

5 、 $0.8 \leq y \leq 1.0$ であり、かつa、b、cが、

(a、b、c) = (0.550, 0.425, 0.025), (0.550, 0.325, 0.125),

(0.375, 0.325, 0.300), (0.10

0, 0.425, 0.475), (0.100, 0.4

75, 0.425), (0.375, 0.425, 0.

200)で囲まれる範囲の小数である(但し、 $a + b +$

11

c = 1.00である。)。」

【0054】これにより、磁器組成物自体の圧電特性と圧電体の緻密化という両面から得られる圧電体素子の圧電特性を大きくすることができる。

【0055】上記一般式(1)中、a、b、cを、上述した特定の範囲とするのは、この範囲外であると、圧電体素子の屈曲変位が小さくなるためである。

【0056】また、NiOの含有率は、磁器組成物中、0.05~10.0重量%であり、0.50~8.0重量%が好ましく、1.0~6.0重量%がより好ましい。NiOの含有率が0.05重量%未満であると緻密化が不十分となるため、圧電体素子の屈曲変位が小さくなり、NiO含有率が10.0重量%を超えるとセラミックス基体との反応が増大するため、やはり圧電体素子の屈曲変位が小さくなる。

【0057】上述した一般式(1)に示す組成物の原料としては、Pb、Ba、Ca、Sr、La、Mg、Nb、Zr、Tiの各元素からなる単体、これら各元素の酸化物(例えば、PbO、Pb₂O₃、La₂O₃、MgO、Nb₂O₅、TiO₂、ZrO₂)、これら各元素の炭酸塩(例えば、BaCO₃、SrCO₃、MgCO₃、CaCO₃)、又はこれら各元素を複数含有する化合物(例えば、MgNb₂O₆)等を挙げることができる。これら圧電材料の原料は、1種単独で又は2種以上を組合わせて用いることができる。

【0058】圧電材料の調製方法について特に制限はないが、例えば、以下の方法により行うことができる。まず、前述した原料を、Pb、Ba、Ca、Sr、La、Mg、Nb、Zr、及びTiの各元素の含有率が、上述した一般式(1)に基づいて所望の割合になるように混合し、得られた組成物と、NiOとを上述した所定の割合で混合し、得られた混合原料を、750~1300℃で仮焼して所望の磁器組成物とする。最後に、得られた磁器組成物を、粉碎して所定の粒子径の圧電材料とする。

【0059】尚、圧電材料の調製は、この他の方法によるものであってもよく、例えば、アルコキシド法や共沈法等によって調製することができる。

【0060】圧電材料を塗布する方法は特に制限はないが、例えば、イオンビーム、スパッタリング、真空蒸着、PVD、イオンプレーティング、CVD、メッキ、スクリーン印刷、スプレー、ディッピング等を挙げることができる。中でも、簡単に精度の高い形状、厚さで連続して塗布することができる点でスパッタリング法、スクリーン印刷法が好ましい。

【0061】第一の製造方法では、セラミックス基体上に直接圧電材料を塗布してもよいが、先に、セラミックス基体上に電極を形成し、その電極上に圧電材料を塗布してもよい。電極を形成する方法としては、例えば、イオンビーム、スパッタリング、真空蒸着、PVD、イ

12

オンプレーティング、CVD、メッキ、スクリーン印刷、スプレー、ディッピング等を挙げることができる。中でも、セラミックス基体及び圧電体との接合性の点でスパッタリング法、スクリーン印刷法が好ましい。

【0062】電極を形成する材料としては、白金、パラジウム、ロジウム、銀、及びこれらの合金よりなる群から選ばれる少なくとも1種を挙げることができる。中でも、圧電体を熱処理する際の耐熱性が高い点で、白金、又は白金を主成分とする合金が好ましい。

【0063】形成する電極の厚さは、15μm以下が好ましく、5μm以下がより好ましい。15μmを超えると、電極が緩和層として作用するために屈曲変位が小さくなることがある。尚、電極は必要に応じて熱処理され、セラミックス基体と一体化される。

【0064】本発明の第一の製造方法では、次いで、上述したセラミックス基体上に塗布した圧電材料を、磁器組成物と同一又はより大きなNiO含有率の組成からなる雰囲気制御用材料を共存させて熱処理する。圧電材料を構成する磁器組成物中のNiOの揮発を防止して、圧電体を構成する磁器組成物中にNiOが均一に、又は圧電体とセラミックス基体との接触面から厚さ方向に高濃度となる濃度勾配を有して分散する圧電体とすることができ、かつこのような圧電体をセラミックス基体と固着させることができる。

【0065】具体的には、共存させる組成物のNiO含有率を、圧電材料を構成する磁器組成物と同一とすることにより、NiOを圧電体中に均一に分散させることができ、圧電材料を構成する磁器組成物より高濃度とすることにより、NiOを圧電体中にセラミックス基体との接触面から厚さ方向に高濃度となる濃度勾配をもたせて分散させることができる。また、共存させる組成物のNiO含有率を調整することにより濃度勾配の大きさを調整することもできる。尚、NiO以外の成分について特に制限はないが、他の成分の揮発防止という点で、他の成分の含有率についても圧電材料を構成する磁器組成物と同一にすることが好ましい。

【0066】第一の製造方法における熱処理の温度は、1000~1400℃が好ましく、1100~1350℃がより好ましい。1000℃未満の温度では、セラミックス基体と圧電体との固着が不完全であったり、圧電体の緻密性が不十分となることがあり、1400℃を超えると、圧電材料中のPbの揮発量が多くなるため、所望の組成の圧電体を得ることが困難となることがある。熱処理は、電極を形成した後に行ってもよく、電極を形成する前に行ってもよい。

【0067】3. 第二の製造方法

本発明の第二の製造方法は、特定の磁器組成物からなる圧電材料を調製し、調製した圧電材料を、特定の方法でセラミックス基体等の上に塗布し、塗布された圧電材料を、熱処理するものである。以下、具体的に説明する。

【0068】 本発明の第二の製造方法では、まず、特定の組成物を主成分とし、異なるNiO含有率とした磁器組成物からなる複数種の圧電材料を調製する。圧電材料を調製するために用いる磁器組成物としては、第一の製造方法で用いた磁器組成物と同一のものをを用いることができ、また、第一の製造方法で述べた圧電材料の調製方法と同様にして行うことができる。尚、第二の製造方法は、異なるNiO含有率とした複数種の磁器組成物からなるものとする点で第一の製造方法と相違するものである。

【0069】 本発明の第二の製造方法では、次に、異なるNiO含有率の磁器組成物からなる複数種の圧電材料を、NiO含有率の小さなものから順次セラミックス基体上又はセラミックス基体に形成された電極上に塗布する。これにより、圧電体を構成する磁器組成物中のNiOが、圧電体とセラミックス基体との接触面から厚さ方向に高濃度となる濃度勾配を有して分散している圧電体を確実に得ることができる。圧電材料の塗布の方法については特に制限はなく、第一の製造方法と同様にして行うことができる。

【0070】 本発明の第二の製造方法では、次に、このセラミックス基体上又は電極上に塗布した圧電材料を、熱処理する。熱処理の際、必ずしもNiOを含有する雰囲気制御用材料を共存させる必要はないが、磁器組成物中のNiOの濃度勾配をより精密に制御する点で、NiOを含有する雰囲気制御用材料を共存させることが好ましい。また、前述した異なるNiO含有率の複数種の圧電材料を、すべて塗布した後、まとめて熱処理をしてもよく、各種圧電材料を、それぞれ塗布した時点で個別に熱処理を行ってもよい。熱処理の温度等については、第一の製造方法と同様である。

【0071】

【実施例】 以下、本発明を実施例により具体的に説明するが、本発明はこれら実施例に限定されるものではない。尚、実施例、及び比較例についての各種測定は以下のようにして行った。

【0072】 1. 屈曲変位

*

【表1】

	PbMg _{1/3} Nb _{2/3} O ₃ -PbZrO ₃ -PbTiO ₃ 三成分固溶系組成物の組成							NiO含有率 (重量%)	屈曲変位 (μm)
	Pb置換元素		x	y	a	b	c		
	元素種	割合 (mol%)							
実施例 1	無し	-	1.00	1.00	0.200	0.430	0.370	1.5	2.20
実施例 2	Ca	5.0	1.00	1.00	0.375	0.375	0.250	5.0	2.22
比較例 1	無し	-	1.00	1.00	0.600	0.300	0.100	8.0	1.66
比較例 2	Sr	10.0	1.00	1.00	0.150	0.350	0.500	0.5	1.38

【0077】 (参考例1~3) 実施例1において、圧電材料として、Pb_{1.00}(Mg_{1/3}Nb_{2/3})_{0.20}Ti_{0.43}Zr_{0.37}O₃ 98.5重量%と、NiO 1.5重量%とを含有する磁器組成物を調製し、得られた磁器組成物、それぞれ97容量%、93容量%、85容量%に対して、粒径8~12μmのラテックス(熱処理により、

* 上下電極間に電界が3kV/mmとなるように電圧を印加した際に生じた屈曲変位をレーザー変位測定機により測定した。

【0073】 2. 気孔率

各実施例、及び各比較例で得られた圧電体素子の圧電体の表面、縦横約50μmの範囲を走査型電子顕微鏡で鏡検し、3視野での圧電体中の気孔の占める面積の割合をそれぞれ求め、その平均値を気孔率とした。

【0074】 (実施例1) Y₂O₃で安定化されたZrO₂基体(薄肉部の寸法: 1.6×1.1mm、厚さ: 10μm)上に白金からなる下部電極(寸法: 1.2×0.8mm、厚さ: 3μm)をスクリーン印刷法により形成し、熱処理により基体と一体化させた。その上にPb_{1.00}(Mg_{1/3}Nb_{2/3})_{0.20}Ti_{0.43}Zr_{0.37}O₃ 98.5重量%と、NiO 1.5重量%とを含有する磁器組成物からなる圧電材料(寸法: 1.3×0.9mm、厚さ: 13μm)を塗布し、圧電材料と同一の組成の雰囲気制御用材料とともに1275℃、2時間熱処理した。熱処理後の圧電材料の厚さは、10μmであった。次いで、その上に金からなる上部電極(寸法: 1.2×0.8mm、厚さ: 0.5μm)をスクリーン印刷法により形成した後、熱処理して圧電体素子を製造した。得られた圧電体素子の屈曲変位を求めたところ、2.20μmと非常に大きな屈曲変位が認められた。用いた圧電材料の組成及び結果をまとめて表1に示す。

【0075】 (実施例2、及び比較例1、2) 実施例1において、圧電材料を表1のものをを用いたことの他は、実施例1と同様にして圧電体素子を製造した。得られた圧電体の屈曲変位を求めたところ、圧電材料の組成(a, b, c)が本発明の範囲である実施例2の圧電体素子では、2.22μmと大きな屈曲変位が認められた。これに対して、圧電材料の組成(a, b, c)が本発明の範囲外である比較例1、2の圧電体素子では、それぞれ1.56μm、1.38μmと小さな屈曲変位であった。結果をまとめて表1に示す。

【0076】

【表1】

酸化気化してしまうため、熱処理前に存在していた個所に強制的に気孔が生じる)をそれぞれ3容量%、7容量%、15容量%混合したものを圧電材料として用いたこと以外は実施例1と同様にして圧電体素子を製造した。圧電材料中のラテックス含有率が大きく、気孔率が19%の参考例3の圧電体では、屈曲変位が1.77μmで

15

あり、気孔率が10%の参考例2の圧電体では、屈曲変位が2.08 μ mであり、気孔率が5%の参考例1の圧電体では、屈曲変位が2.20 μ mであり、気孔率が大きくなるに従って屈曲変位が低下することが確認され *

	ラテックス量 (容量%)	気孔率 (%)	屈曲変位 (μ m)
参考例 1	3	5	2.20
参考例 2	7	10	2.08
参考例 3	15	19	1.77

【0079】(実施例3、及び比較例3、4)実施例1において、表3に示すNiO含有率の組成の圧電材料を用いたこと以外は実施例1と同様にして圧電体素子を製造した。得られた圧電体素子の屈曲変位を求めたところ、NiO含有率が1.5重量%の実施例3の圧電体素子では、気孔率が5%と小さく、屈曲変位が2.20 μ mと大きな値が認められた。これに対して、圧電材料中のNiO含有率が0.03重量%と小さな比較例3の圧*

	NiO含有率 (重量%)	気孔率 (%)	屈曲変位 (μ m)
実施例 3	1.5	5	2.20
比較例 3	0.03	13	1.77
比較例 4	15.0	4	1.41

【0081】(実施例4)実施例1において、圧電材料として、 $Pb_{1.00}(Mg_{0.9773}Nb_{2.73})_{0.20}Ti_{0.43}Zr_{0.37}O_3$ 98.0重量%と、NiO 2.0重量%とを含有する磁器組成物を用いたこと以外は実施例1と同様にして圧電体素子製造した。得られた圧電体素子の屈曲変位を求めたところ、2.11 μ mと比較的大きな屈曲変位が認められた。また、圧電体中のNiOの分散状態をEPMA分析により確認したところ均一に分散していることが認められた。結果をまとめて表4に示す。

【0082】(実施例5)実施例1において、 $Pb_{1.00}(Mg_{0.9773}Nb_{2.73})_{0.20}Ti_{0.43}Zr_{0.37}O_3$ 98.0重量%と、NiO 2.0重量%とを含有する磁器組*

	NiO濃度勾配	屈曲変位 (μ m)
実施例 4	均一	2.11
実施例 5	表面濃度が高い	2.29

【0084】(実施例6、及び比較例5、6)実施例1において、表5に示す組成の圧電材料を用いたこと以外は実施例1と同様にして圧電体素子を製造した。得られた圧電体素子の屈曲変位を求めたところ、圧電材料中のNbに対するMgの含有率が本発明の範囲内($y=0.97$)である実施例6の圧電体素子では2.03 μ mと大きな屈曲変位が認められた。これに対して、圧電材料

16

*た。結果をまとめて表2に示す。
【0078】
【表2】

10* 電体素子では、気孔率が13%と大きく、屈曲変位が1.77 μ mと小さな値であった。また、圧電材料中のNiO含有率が15.0重量%と大きな比較例4の圧電体素子では、気孔率が4%と小さかったものの、屈曲変位が1.41 μ mと小さな値であった。結果をまとめて表3に示す。
【0080】
【表3】

★成物を用い、雰囲気制御用材料として $Pb_{1.00}(Mg_{0.9773}Nb_{2.73})_{0.20}Ti_{0.43}Zr_{0.37}O_3$ 90.0重量%と、NiO 10.0重量%とを含有する磁器組成物を用いたこと以外は実施例1と同様にして圧電体素子を製造した。得られた圧電体素子の屈曲変位を求めたところ、2.29 μ mと実施例4の圧電体素子より大きな屈曲変位が認められた。また、圧電体中のNiOの分散状態をEPMA分析により確認したところ圧電体とセラミックス基体との固着面から厚さ方向に高濃度となる濃度勾配を有して分散していることが認められた。結果をまとめて表4に示す。

【0083】
【表4】

40 中のNbに対するMgの含有率が小さな($y=0.85$)比較例5の圧電体素子では、1.21 μ m、圧電材料中のNbに対するMgの含有率が大きな($y=1.15$)比較例6では、1.55 μ mといずれも小さな屈曲変位となった。結果をまとめて表5に示す。
【0085】
【表5】

17

18

	PbMg _{1/3} Nb _{2/3} O ₃ -PbZrO ₃ -PbTiO ₃ 三成分固溶系組成物の組成							NiO含有率 (重量%)	屈曲変位 (μm)
	Pb置換元素		x	y	a	b	c		
	元素種	割合 (mol%)							
実施例 6	Ba	4.0	1.00	0.97	0.370	0.380	0.250	2.0	2.03
	La	0.8							
比較例 5	Ba	4.0	1.00	0.85	0.370	0.380	0.250	2.0	1.21
	La	0.8							
比較例 6	Ba	4.0	1.00	1.15	0.370	0.380	0.250	2.0	1.55
	La	0.8							

【0086】(実施例7及び比較例7)実施例1において、表6に示す組成の圧電材料を用いたこと以外は実施例1と同様にして圧電体素子を製造した。得られた圧電体素子の屈曲変位を求めたところ、圧電材料中のPbの含有率が本発明の範囲内(x=0.98)である実施例7の圧電体素子では2.23と大きな屈曲変位が認めら

れた。これに対して、圧電材料中のPbの含有率の小さな(x=0.93)比較例7の圧電体素子では、1.75と小さな屈曲変位となった。結果をまとめて表6に示す。
【0087】
【表6】

	PbMg _{1/3} Nb _{2/3} O ₃ -PbZrO ₃ -PbTiO ₃ 三成分固溶系組成物の組成					NiO含有率 (重量%)	屈曲変位 (μm)	
	Pb置換元素	x	y	a	b			c
実施例7	無し	0.98	0.97	0.375	0.375	0.250	1.5	2.23
比較例7	無し	0.93	0.85	0.375	0.375	0.250	1.5	1.75

【0088】(実施例8～11)実施例1において、表7に示す組成の圧電材料を用いたこと以外は実施例1と同様にして圧電体素子を製造した。得られた圧電体素子の屈曲変位を求めたところ、実施例8～11のいずれの圧電体素子についても1.89～2.16と比較的大きな屈曲変位が認められた。但し、Pbの5.0mol%をSrで置換した組成からなる圧電材料を用いた実施例9の圧電体素子、及びPbの10.0mol%をBaで置換した組成からなる圧電材料を用いた実施例10の圧電体素子では、屈曲変位がそれぞれ2.16μm、2.10μmと、Pbを全く置換しない組成からなる圧電材

※料を用いた実施例8の圧電体素子の屈曲変位2.02μmに比べ、いずれも大きな屈曲変位が認められた。一方、Pbの7.5mol%をSr、7.5mol%をCa(全体で15mol%)で置換した組成からなる圧電材料を用いた実施例11の圧電体素子では、屈曲変位が1.89μmと、Pbを全く置換しない組成からなる圧電材料を用いた実施例8の圧電体素子の屈曲変位2.02μmに比べ、小さな屈曲変位となった。結果をまとめて表7に示す。
【0089】
【表7】

	PbMg _{1/3} Nb _{2/3} O ₃ -PbZrO ₃ -PbTiO ₃ 三成分固溶系組成物の組成							NiO含有率 (重量%)	屈曲変位 (μm)
	Pb置換元素		x	y	a	b	c		
	元素種	割合 (mol%)							
実施例 8	無し	—	1.00	0.97	0.375	0.375	0.250	1.0	2.02
実施例 9	Sr	5.0	1.00	0.97	0.375	0.375	0.250	1.0	2.16
実施例 10	Ba	10.0	1.00	0.97	0.375	0.375	0.250	1.0	2.10
実施例 11	Ba	7.5	1.00	0.97	0.375	0.375	0.250	1.0	1.89
	Ca	7.5							

【0090】(実施例12～14)実施例1において、表8に示す組成の圧電材料を用いたこと以外は実施例1と同様にして圧電体素子を製造した。得られた圧電体素子の屈曲変位を求めたところ、実施例12～14のいずれの圧電体素子についても1.78～2.20μmと比較的大きな屈曲変位が認められた。但し、Pbの0.8mol%をLaで置換した組成からなる圧電材料を用いた実施例13の圧電体素子では、屈曲変位が2.20μmと、Pbの一部をLaで置換していない組成からなる

圧電材料を用いた実施例12の圧電体素子の屈曲変位2.02μmに比べ大きな屈曲変位が認められた。一方、Pbの1.5mol%をLaで置換した組成からなる圧電材料を用いた実施例14の圧電体素子では、屈曲変位が1.78μmと、実施例12の圧電体素子の2.02μmに比べ小さな屈曲変位となった。結果をまとめて表8に示す。
【0091】
【表8】

19

	PbMg _{1/3} Nb _{2/3} O ₃ -PbZrO ₃ -PbTiO ₃ 三成分固溶系組成物の組成						NiO含有率 (重量%)	屈曲変位 (μm)	
	Pb置換元素		x	y	a	b			c
	元素種	割合 (mol%)							
実施例 12	無し	—	1.00	0.97	0.375	0.375	0.250	1.0	2.02
実施例 13	La	0.8	1.00	0.97	0.375	0.375	0.250	1.0	2.20
実施例 14	La	1.5	1.00	0.97	0.375	0.375	0.250	1.0	1.78

【0092】（実施例15、16及び比較例8）実施例1において、Pb_{1.00}(Mg_{1/3}Nb_{2/3})_{0.98}Ti_{0.02}Zr_{0.02}O₃98.5重量%と、NiO 1.5重量%とを含有する圧電材料を用い、更に、表9に示す組成の
10 圧電体を構成する磁器組成物と同一の組成からなる雰囲気制御用材料を用いて製造した実施例15の圧電体素子では2.20μmと大きな屈曲変位が認められ、圧電体を構成する磁器組成物よりNiO*

*含有率の大きな組成からなる雰囲気制御用材料を用いて製造した実施例16の圧電体素子では、2.42μmと更に大きな屈曲変位が認められた。これに対して、圧電体を構成する磁器組成物よりNiO含有率の小さな組成からなる雰囲気制御用材料を用いて製造した比較例8の圧電体素子では、2.03μmと実施例15及び16の圧電体素子に比べ小さな屈曲変位となった。結果をまとめて表9に示す。

【0093】

【表9】

	PbMg _{1/3} Nb _{2/3} O ₃ -PbZrO ₃ -PbTiO ₃ 三成分固溶系組成物の組成						NiO含有率 (重量%)	屈曲変位 (μ m)	
	Pb置換元素		x	y	a	b			c
	元素種								
実施例 15	無し		1.00	1.00	0.200	0.430	0.370	1.6	2.20
実施例 16	無し		1.00	1.00	0.200	0.430	0.370	8.0	2.42
比較例 8	無し		1.00	1.00	0.200	0.430	0.370	0.03	2.03

【0094】

【発明の効果】 以上説明したように、本発明の圧電体素子及びその製造方法によれば、極めて高い圧電特性を有するとともに、セラミックス基体と圧電体間の振動伝達性に優れ、アクチュエータ、センサー等の小型化及び高密度化を図ることができる圧電体素子及びその製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の圧電体素子の他の実施の形態を模式的に示す説明図で、(イ)は、平面図、(ロ)は、X-X'断面図である。

【図2】 本発明の圧電体素子の他の実施の形態を模式的に示す説明図で、(イ)は、平面図、(ロ)は、X-X'断面図である。

【図3】 本発明の圧電体素子の他の実施の形態を模式的に示す説明図で、(イ)は、平面図、(ロ)は、X-X'

※X'断面図である。

【図4】 本発明の圧電体素子の他の実施の形態を模式的に示す説明図で、(イ)は、平面図、(ロ)は、X-X'断面図である。

【図5】 本発明の圧電体素子の他の実施の形態を模式的に示す説明図で、(イ)は、平面図、(ロ)は、X-X'断面図である。

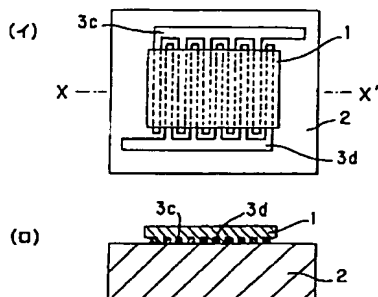
【図6】 本発明の圧電体素子の他の実施の形態を模式的に示す断面図である。

【図7】 本発明の圧電体素子の他の実施の形態を模式的に示す断面図である。

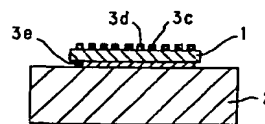
【符号の説明】

1…圧電体、2…セラミックス基体（2a…固着面、2b…厚肉部、2c…薄肉部）、3…電極（3a…上部電極、3b…下部電極、3c、3d…櫛型電極、3e…共通電極）。

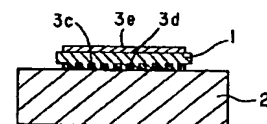
【図5】



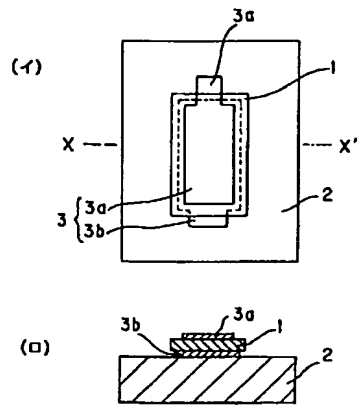
【図6】



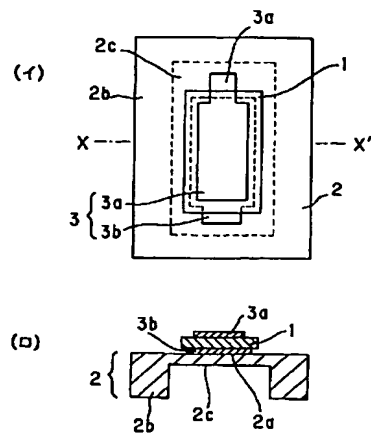
【図7】



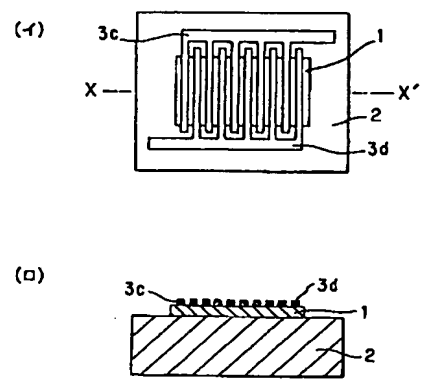
【図1】



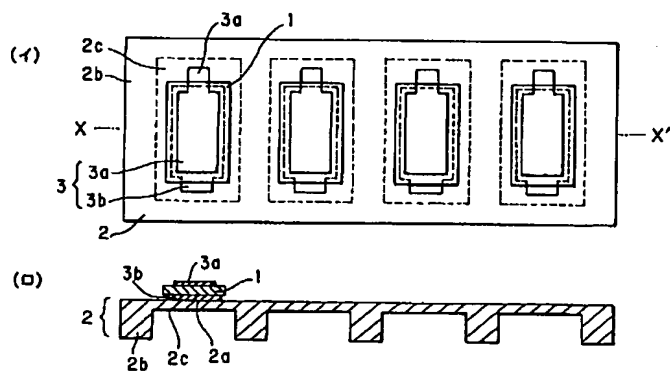
【図2】



【図4】



【図3】



JAPANESE

[JP,2002-100819,A]

CLAIMS DETAILED DESCRIPTION TECHNICAL FIELD PRIOR ART EFFECT OF THE INVENTION TECHNICAL
PROBLEM MEANS EXAMPLE DESCRIPTION OF DRAWINGS DRAWINGS

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] a ceramic base and $\text{PbMg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3$ -- with a 3- PbZrO_3 - PbTiO_3 3 component dissolution system constituent The piezo electric crystal which consists of a porcelain constituent which uses as a principal component the constituent shown in the following general formula (1), and contains NiO 0.05 to 10.0% of the weight among [all] a constituent, The piezo electric crystal component to which it has the electrode electrically connected to this piezo electric crystal, and said piezo electric crystal is characterized by coming to fix to said ceramic base through direct or said electrode.

[Formula 1]

$\text{Pbx}(\text{Mgy}/3\text{Nb}_{2/3})\text{aTibZrcO}_3$ -- (1)

"It is $0.95 \leq x \leq 1.05$ and $0.8 \leq y \leq 1.0$ among a formula (1). And a, b, c = (a, b, c) (0.550, 0.425, 0.025), (0.550, 0.325, 0.125), (0.375, 0.325, 0.300), It is the decimal of the range surrounded by (0.100, 0.425, 0.475), (0.100, 0.475, 0.425), and (0.375, 0.425, 0.200) (however, it is $a+b+c=1.00$). . "

[Claim 2] The piezo electric crystal component according to claim 1 which said NiO in said porcelain constituent has a concentration gradient used as high concentration in the thickness direction, and is distributing in it from the root face with said ceramic base of said piezo electric crystal.

[Claim 3] The piezo electric crystal component according to claim 1 or 2 which it comes to permute by at least one sort chosen from the group which 2-10-mol% of Pb in said porcelain constituent becomes from Sr, calcium, and Ba.

[Claim 4] A piezo electric crystal component given in any 1 term of claims 1-3 with which it comes to permute 0.2-1.0-mol% of Pb in said porcelain constituent by La.

[Claim 5] A piezo electric crystal component given in any 1 term of claims 1-4 whose thickness of said piezo electric crystal is 1-300 micrometers.

[Claim 6] A piezo electric crystal component given in any 1 term of claims 1-5 whose thickness of said ceramic base is 3 micrometers - 1mm.

[Claim 7] A piezo electric crystal component given in any 1 term of claims 1-6 whose ratios (thickness of the thickness/piezo electric crystal of a ceramic base) of the thickness of said ceramic base to the thickness of said piezo electric crystal are 0.1-30.

[Claim 8] $\text{PbMg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3$ -- with a 3- PbZrO_3 - PbTiO_3 3 component dissolution system constituent The piezoelectric material which consists of a porcelain constituent which uses as a principal component the constituent shown in the following general formula (1), and contains NiO 0.05 to 10.0% of the weight among [all] a constituent a ceramic base top -- or the manufacture approach of the piezo electric crystal component characterized by applying on the electrode formed in this ceramic base, making the charge of ambient atmosphere control material which consists said applied piezoelectric material of a presentation of nickel content the same as that of said porcelain constituent, or bigger live together, and heat-treating.

[Formula 2]

$\text{Pbx}(\text{Mgy}/3\text{Nb}_{2/3})\text{aTibZrcO}_3$ -- (1)

"It is $0.95 \leq x \leq 1.05$ and $0.8 \leq y \leq 1.0$ among a formula (1). And a, b, c = (a, b, c) (0.550, 0.425, 0.025), (0.550, 0.325, 0.125), (0.375, 0.325, 0.300), It is the decimal of the range surrounded by (0.100, 0.425, 0.475), (0.100, 0.475, 0.425), and (0.375, 0.425, 0.200) (however, it is $a+b+c=1.00$). . "

[Claim 9] $\text{PbMg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3$ -- with a 3- PbZrO_3 - PbTiO_3 3 component dissolution system constituent Two or more sorts of piezoelectric material which consists of porcelain constituents which used as the principal component the constituent shown in the following general formula (1), and made it different NiO content is prepared. this -- two or more sorts of piezoelectric material -- from [what has small nickel content] -- one by one -- a ceramic base top -- or the manufacture approach of the piezo electric crystal component characterized by applying on the electrode formed in said ceramic base, and heat-treating said applied piezoelectric material.

[Formula 3]

$\text{Pbx}(\text{Mgy}/3\text{Nb}_{2/3})\text{aTibZrcO}_3$ -- (1)

"It is $0.95 \leq x \leq 1.05$ and $0.8 \leq y \leq 1.0$ among a formula (1). And a, b, c = (a, b, c) (0.550, 0.425, 0.025), (0.550, 0.325, 0.125), (0.375, 0.325, 0.300), It is the decimal of the range surrounded by (0.100, 0.425, 0.475), (0.100, 0.475, 0.425), and (0.375, 0.425, 0.200) (however, it is $a+b+c=1.00$). . "

[Translation done.]

JAPANESE

[JP,2002-100819,A]

CLAIMS DETAILED DESCRIPTION TECHNICAL FIELD PRIOR ART EFFECT OF THE INVENTION TECHNICAL
PROBLEM MEANS EXAMPLE DESCRIPTION OF DRAWINGS DRAWINGS

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a piezo electric crystal component. Furthermore, while having a piezo-electric, detailed very high property, it excels in the oscillating convective one between a ceramic base and a piezo electric crystal, and is related with the piezo electric crystal component which can attain a miniaturization and densification of an actuator and a sensor, and its manufacture approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the piezo electric crystal component is used for the ink jet printer head, the loudspeaker, the microphone, etc. Although what was equipped with the piezo electric crystal which consists of a porcelain constituent on a ceramic base, and the electrode electrically connected to this piezo electric crystal as a piezo electric crystal component is known conventionally, what was improved variously is indicated about the porcelain constituent which constitutes a piezo electric crystal.

[0003] for example, a $\text{PbTiO}_3\text{-PbZrO}_3$ 2 component dissolution system constituent and $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}$ -- the constituent which permuted some of $\text{Pb}(\text{s})$ in $3\text{-PbTiO}_3\text{-PbZrO}_3$ 3 component dissolution system constituents or these constituents and Mg from nickel, Nb, Mn, etc. is indicated (JP,50-3519,B, JP,60-102779,B, Journal of The American Ceramic Society;49 [11] 577 (1966)). The piezo electric crystal component which has the outstanding piezo-electric property is expected by these raising the piezo-electric property of the porcelain constituent itself which constitutes the piezo electric crystal which is the most important element that determines the piezo-electric property (for example, piezo-electric d constant) of a piezo electric crystal component, and using the piezo electric crystal which consists of these porcelain constituent.

[0004] However, since the compactness of the piezo electric crystal of the piezo electric crystal component obtained is low when the piezoelectric material which actually consists of a porcelain constituent mentioned above is applied on a ceramic base, it heat-treats after that and a piezo electric crystal component is manufactured, Crookedness displacement was low, or when an electrical potential difference was impressed, the problem that compactness will cause dielectric breakdown in a low part was pointed out (the present condition was having manufactured the piezo electric crystal component described below under such [at least conventionally] recognition.).

[0005] For this reason, what stuck the piezo electric crystal which heat-treated beforehand the piezoelectric material which consists of a porcelain constituent mentioned above as a conventional piezo electric crystal component on the ceramic base was used (JP,11-29357,A). This piezo electric crystal component raises a piezo-electric property by heat-treating beforehand the piezoelectric material which consists of a porcelain constituent paying attention to the point of inhibition of the eburation of the piezo electric crystal by constraint of a ceramic base, and attaining eburation of a piezo electric crystal.

[0006] However, with this piezo electric crystal component, since it was necessary to use the adhesives of an inorganic system and an organic system in case a piezo electric crystal is stuck on a ceramic base, there was a problem of these adhesives checking the oscillating transfer between a ceramic base and a piezo electric crystal, or an adhesives component permeating a piezo electric crystal and a ceramic base, and degrading these properties.

[0007] Moreover, the conventional porcelain constituent mentioned above was not necessarily what has sufficient piezo-electric property.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention is excellent in the oscillating convective one between a ceramic base and a piezo electric crystal, and aims at offering the piezo electric crystal component which can attain a miniaturization and densification of an actuator, a sensor, etc., and its manufacture approach while it is made in view of an above-mentioned problem and has a piezo-electric, very high property.

[0009]

[Means for Solving the Problem] The constituent which has a specific presentation with a $3\text{-PbZrO}_3\text{-PbTiO}_3$ 3 component dissolution system constituent is used as a principal component. the result wholeheartedly studied so that this invention person may solve an above-mentioned technical problem -- $\text{PbMg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}$ -- In the case where the piezoelectric material which consists of a porcelain constituent which contains NiO at a specific rate is used, after applying on a ceramic base, even if it heat-treated, a header and this invention were completed for the ability to consider as the piezo electric crystal which eburation advances and has a piezo-electric, very high property.

[0010] It is a $3\text{-PbZrO}_3\text{-PbTiO}_3$ 3 component dissolution system constituent. namely, -- according to this invention -- a

ceramic base and $\text{PbMg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3$ -- The piezo electric crystal which consists of a porcelain constituent which uses as a principal component the constituent shown in the following general formula (1), and contains NiO 0.05 to 10.0% of the weight among [all] a constituent, It has the electrode electrically connected to this piezo electric crystal, and the piezo electric crystal component to which a piezo electric crystal is characterized by coming to fix to a ceramic base through direct or an electrode is offered.

[0011]

[Formula 4]

$\text{Pbx}(\text{Mgy}/3\text{Nb } 2/3) \text{ aTibZrcO}_3$ -- (1)

[0012] "It is $0.95 \leq x \leq 1.05$ and $0.8 \leq y \leq 1.0$ among a formula (1). And a, b, c= (a, b, c) (0.550, 0.425, 0.025), (0.550, 0.325, 0.125), (0.375, 0.325, 0.300), It is the decimal of the range surrounded by (0.100, 0.425, 0.475), (0.100, 0.475, 0.425), and (0.375, 0.425, 0.200) (however, it is $a+b+c=1.00$). . "

[0013] In this invention, it is desirable that NiO in a porcelain constituent has the concentration gradient which serves as high concentration from a root face with the ceramic base of a piezo electric crystal in the thickness direction, and is distributing.

[0014] Moreover, you may permute 2-10-mol% of Pb in a porcelain constituent by at least one sort chosen from the group which consists of Sr, calcium, and Ba, and may permute by La 0.2-1.0-mol% of Pb in a porcelain constituent.

[0015] Moreover, as for the thickness of a ceramic base, it is desirable that it is 3 micrometers - 1mm, and, as for the thickness of a piezo electric crystal, it is desirable that it is 1-300 micrometers. Furthermore, as for the ratio (a ceramic base / piezo electric crystal) of the thickness of a ceramic base to the thickness of a piezo electric crystal, it is desirable that it is 0.1-30.

[0016] moreover -- according to this invention -- $\text{PbMg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3$ -- with a 3-PbZrO₃-PbTiO₃ 3 component dissolution system constituent The piezoelectric material which consists of a porcelain constituent which uses as a principal component the constituent shown in the following general formula (1), and contains NiO 0.05 to 10.0% of the weight among [all] a constituent Or it applies on the electrode formed in the ceramic base. a ceramic base top -- The manufacture approach of the piezo electric crystal component characterized by making the charge of ambient atmosphere control material which consists of a presentation of NiO content the same as that of a porcelain constituent or bigger the piezoelectric material applied on the ceramic base or the electrode live together, and heat-treating is offered.

[0017]

[Formula 5]

$\text{Pbx}(\text{Mgy}/3\text{Nb } 2/3) \text{ aTibZrcO}_3$ -- (1)

[0018] "It is $0.95 \leq x \leq 1.05$ and $0.8 \leq y \leq 1.0$ among a formula (1). And a, b, c= (a, b, c) (0.550, 0.425, 0.025), (0.550, 0.325, 0.125), (0.375, 0.325, 0.300), It is the decimal of the range surrounded by (0.100, 0.425, 0.475), (0.100, 0.475, 0.425), and (0.375, 0.425, 0.200) (however, it is $a+b+c=1.00$). . "

[0019] moreover -- according to this invention -- $\text{PbMg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3$ -- with a 3-PbZrO₃-PbTiO₃ 3 component dissolution system constituent Two or more sorts of piezoelectric material which consists of porcelain constituents which used as the principal component the constituent shown in the following general formula (1), and made it different NiO content is prepared. The manufacture approach of the piezo electric crystal component characterized by heat-treating the piezoelectric material which applied two or more sorts of these piezoelectric material on the electrode formed in the ceramic base top or the ceramic base one by one from what has small nickel content, and applied them on this ceramic base or an electrode is offered.

[0020]

[Formula 6]

$\text{Pbx}(\text{Mgy}/3\text{Nb } 2/3) \text{ aTibZrcO}_3$ -- (1)

[0021] "It is $0.95 \leq x \leq 1.05$ and $0.8 \leq y \leq 1.0$ among a formula (1). And a, b, c= (a, b, c) (0.550, 0.425, 0.025), (0.550, 0.325, 0.125), (0.375, 0.325, 0.300), It is the decimal of the range surrounded by (0.100, 0.425, 0.475), (0.100, 0.475, 0.425), and (0.375, 0.425, 0.200) (however, it is $a+b+c=1.00$). . "

[0022] Moreover, the piezo electric crystal component by this invention can be used for a capacitor or various sensors as a precise and small dielectric element and a pyroelectric material component.

[0023]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained concretely, referring to a drawing.

[0024] 1. As shown in piezo electric crystal component drawing 1 , the piezo electric crystal component of this invention is equipped with the ceramic base 2, the piezo electric crystal 1 which uses a specific porcelain constituent as a principal component, and the electrode 3 (3a, 3b) electrically connected to this piezo electric crystal 1, and a piezo electric crystal 1 comes to fix it to the ceramic base 2 through direct or an electrode 3. Hereafter, it explains concretely.

[0025] What contains at least one sort chosen from the stable zirconium dioxide, an aluminum oxide, a magnesium oxide, a mullite, alumimium nitride, silicon nitride, and the group that consists of glass from thermal resistance, chemical stability, and an insulating point as the quality of the material of the ceramic base 2 used for this invention is desirable. Especially, a mechanical strength is large and the thing containing the zirconium dioxide stabilized from the point of excelling in toughness is desirable.

[0026] The thickness of the ceramic base 2 has 3 micrometers - 1 desirablenmm, its 5-500 micrometers are more desirable, and especially its 7-200 micrometers are desirable. the rigidity of the ceramic base [as opposed to / when the mechanical strength of a piezo electric crystal component might become weak when it was less than 3 micrometers, it exceeded 1mm and

an electrical potential difference is impressed to a piezo electric crystal component / the contraction stress of a piezo electric crystal 1] 2 -- large -- becoming -- crookedness of a piezo electric crystal component -- a variation rate may become small [0027] However, as shown in drawing 2 , the ceramic base 2 can also prepare thin-walled part 2c which made the field which carries out abbreviation correspondence the above-mentioned thickness at root face 2a with a piezo electric crystal 1 or an electrode 3 (3b), and heavy-gage part 2b which made thicker than thin-walled part 2c the field which carries out abbreviation correspondence in addition to root face 2a. thereby -- crookedness of a piezo electric crystal component -- a variation rate can be enlarged and a mechanical strength can be enlarged. Moreover, as shown in drawing 3 , it can also consider as the configuration which establishes two or more such structural units on the communalized ceramic base 2.

[0028] The configuration of the front face of the ceramic base 2 can mention the compound form which especially a limit does not have, for example, combined a rectangle, a square, a triangle, an ellipse form, a perfect circle form, a square with R, a rectangle with R, a capsule mold, or these.

[0029] the piezo electric crystal 1 used for this invention -- $\text{PbMg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3$ -- it is a 3- PbZrO_3 - PbTiO_3 3 component dissolution system constituent, and the constituent shown in the following general formula (1) is used as a principal component, and it consists of a porcelain constituent of specification [NiO] which comes out comparatively and contains.

[0030]

[Formula 7]

$\text{Pbx}(\text{Mgy}/3\text{Nb } 2/3) \text{ aTibZrcO}_3$ -- (1)

[0031] "It is $0.95 \leq x \leq 1.05$ and $0.8 \leq y \leq 1.0$ among a formula (1). And a, b, c = (a, b, c) (0.550, 0.425, 0.025), (0.550, 0.325, 0.125), (0.375, 0.325, 0.300), It is the decimal of the range surrounded by (0.100, 0.425, 0.475), (0.100, 0.475, 0.425), and (0.375, 0.425, 0.200) (however, it is $a+b+c=1.00$). . "

[0032] crookedness of both sides of improvement in the piezo-electric property of the porcelain constituent itself, and the eburation of a piezo electric crystal 1 by this to a piezo electric crystal component -- a variation rate can be raised.

[0033] making a, b, and c into the specific range mentioned above among the above-mentioned general formula (1) -- this -- being out of range -- crookedness of a piezo electric crystal component -- it is because a variation rate becomes small.

[0034] It is 0.05 - 10.0 % of the weight among a porcelain constituent, the content of NiO has 0.50 - 8.0 desirable % of the weight, and its 1.0 - 6.0 % of the weight is more desirable. eburation is inadequate in the content of NiO being less than 0.05 % of the weight -- becoming -- crookedness of a piezo electric crystal component -- if a variation rate becomes small and NiO content exceeds 10.0 % of the weight -- a reaction with the ceramic base 2 -- increasing -- too -- crookedness of a piezo electric crystal component -- a variation rate becomes small.

[0035] As for NiO in a porcelain constituent, it is desirable to distribute to homogeneity at the piezo electric crystal 1 constituted with this porcelain constituent, and it is more desirable to have the concentration gradient which serves as high concentration from root face 2a with the ceramic base 2 of a piezo electric crystal 1 in the thickness direction, and to distribute. Thereby, even if it is the case where a piezo electric crystal 1 is fixed through direct or an electrode 3 to the ceramic base 2, it can consider as the piezo electric crystal 1 which carried out eburation more.

[0036] In order to enlarge the piezo-electric property of the porcelain constituent itself, it is desirable to permute Pb in a porcelain constituent by at least one sort chosen from the group which consists of Sr, calcium, Ba, and La. Under the present circumstances, when permuting Pb in a porcelain constituent by at least one sort chosen from the group which consists of Sr, calcium, and Ba, it is desirable to permute 2-10-mol% of Pb in a porcelain constituent, and it is more desirable to permute 4-8-mol%. When it is less than [2mol%], crookedness displacement may become small, when ten-mol% is exceeded, the Curie point may become low and the temperature change like crookedness strange may become large. When permuting Pb in a porcelain constituent by La, it is desirable to permute 0.2-1.0-mol% of Pb in a porcelain constituent, and it is more desirable to permute 0.4-0.9-mol%. When it is less than [0.2mol%], crookedness displacement may become small, when 1.0-mol% is exceeded, the Curie point may become low and the temperature change like crookedness strange may become large.

[0037] The mean particle diameter of a porcelain constituent has desirable 1-20 micrometers, and its 3-10 micrometers are more desirable. if it is less than 1 micrometer, since the domain in a piezo electric crystal 1 will not progress enough -- crookedness -- although the domain in a piezo electric crystal 1 is large when a variation rate may become small and it exceeds 20 micrometers, since it is hard coming to move a domain -- crookedness -- a variation rate may become small

[0038] As for a porcelain constituent, it is desirable to have phases other than a perovskite phase below 20 volume %, and having below 10 volume % is more desirable. if had more mostly than 20 volume % -- crookedness of a piezo electric crystal component -- a variation rate may become small

[0039] As for the porosity of a piezo electric crystal 1, it is desirable that it is below 10 volume %, and it is more desirable that it is below 5 volume %. if 10 volume % is exceeded -- crookedness of a piezo electric crystal component -- a mechanical strength may become small while a variation rate becomes small

[0040] The thickness of a piezo electric crystal 1 has desirable 1-300 micrometers, its 3-100 micrometers are more desirable, and especially its 5-30 micrometers are desirable. Eburation becomes inadequate even if it is the piezo electric crystal 1 which consists of a specific porcelain constituent used by this invention as it is less than 1 micrometer. crookedness of a piezo electric crystal component, since the stress to the ceramic base 2 will become excessive relatively if a variation rate may become small and it exceeds 300 micrometers Since base destruction is prevented, the thick ceramic base 2 may be needed, and the miniaturization of a piezo electric crystal component demanded practically may become difficult after all.

[0041] Moreover, as for the ratio (a ceramic base / piezo electric crystal) of the thickness of the ceramic base 2 to the thickness of a piezo electric crystal 1, 0.1-30 are desirable, 0.3-10 are more desirable, and 0.5-especially 5 are desirable. if

the mechanical strength of a piezo electric crystal component may become weak when it is less than 0.1, and 30 is exceeded -
- crookedness of a piezo electric crystal component -- a variation rate may become small

[0042] As everything but being what is electrically connected to a piezo electric crystal 1 does not have especially a limit, for example, the electrode 3 used for this invention is shown in drawing 4 As the thing in which the Kushigata electrodes 3c and 3d of a pair were formed on the piezo electric crystal 1 which comes to fix to the ceramic base 2 may be used and it is conversely shown in drawing 5 , it may come to fix a piezo electric crystal 1 on Kushigata electrode 3c of the pair which fixes and becomes the ceramic base 2, and 3d.

[0043] Moreover, as shown in drawing 6 , while coming to fix a piezo electric crystal 1 on common electrode 3e which fixes and becomes the ceramic base 2 As it may come to form the Kushigata electrodes 3c and 3d of a pair in a field opposite to the field of the piezo electric crystal 1 which has fixed common electrode 3e and is conversely shown in drawing 7 While coming to fix a piezo electric crystal 1 on Kushigata electrode 3c of the pair which comes to fix to the ceramic base 2, and 3d, it may come to form common electrode 3e in a field opposite to the field of the piezo electric crystal 1 which the Kushigata electrodes 3c and 3d have fixed.

[0044] At least one sort chosen from the group which consists of platinum, palladium, a rhodium, silver, and these alloys as the quality of the material of an electrode 3 can be mentioned. The alloy which uses platinum or platinum as a principal component at the point that the thermal resistance at the time of heat-treating a piezo electric crystal 1 is high about especially is desirable.

[0045] The thickness of an electrode 3 has desirable 15 micrometers or less, and its 5 micrometers or less are more desirable. if it exceeds 15 micrometers -- an electrode 3 -- as a relaxation layer -- acting -- crookedness -- a variation rate may become small In addition, an electrode 3 is heat-treated if needed and united with the ceramic base 2.

[0046] The piezo electric crystal 1 mentioned above comes to fix the piezo electric crystal component of this invention to the ceramic base 2 mentioned above through direct or an electrode 3. Thereby, the fall of the piezo-electric property by property degradation of the piezo electric crystal 1 by osmosis and the ceramic base 2 of the oscillating convective fall between the ceramic base 2 by mediation of adhesives etc. and a piezo electric crystal 1, an adhesives component, etc. is avoidable.

[0047] "Fixing" means carrying out the close unification of the piezo electric crystal 1 through direct or an electrode 3 in the ceramic base 2 here according to solid phase reaction with the ceramic base 2, a piezo electric crystal 1, or an electrode 3, without using all the adhesives of an organic system and an inorganic system. In addition, the piezo electric crystal component of this invention can be manufactured by the second manufacture approach for a start which is described below.

[0048] 2. The first manufacture approach of the first manufacture approach this invention makes the charge of ambient atmosphere control material which consists of a specific presentation the piezoelectric material which applied the piezoelectric material which uses a specific porcelain constituent as a principal component on the electrode formed in the ceramic base top or the ceramic base, and applied it on this ceramic base or an electrode live together, and heat-treat it. Hereafter, it explains concretely.

[0049] By the first manufacture approach of this invention, the piezoelectric material which consists of a specific porcelain constituent is first applied on the electrode formed in the ceramic base top or the ceramic base.

[0050] The ceramic base used by the first manufacture approach is the same as that of what was stated with the piezo electric crystal component of this invention.

[0051] the piezoelectric material used by the first manufacture approach -- $\text{PbMg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3$ -- it is a $3\text{-PbZrO}_3\text{-PbTiO}_3$ 3 component dissolution system constituent, and the constituent shown in the following general formula (1) is used as a principal component, and it consists of a porcelain constituent of specification [NiO] which comes out comparatively and contains.

[0052]

[Formula 8]

$\text{Pbx}(\text{Mgy}/3\text{Nb } 2/3) \text{ aTibZrcO}_3$ -- (1)

[0053] "It is $0.95 \leq x \leq 1.05$ and $0.8 \leq y \leq 1.0$ among a formula (1). And a, b, c = (a, b, c) (0.550, 0.425, 0.025), (0.550, 0.325, 0.125), (0.375, 0.325, 0.300), It is the decimal of the range surrounded by (0.100, 0.425, 0.475), (0.100, 0.475, 0.425), and (0.375, 0.425, 0.200) (however, it is $a+b+c=1.00$). . "

[0054] Thereby, the piezo-electric property of the porcelain constituent itself and the piezo-electric property of the piezo electric crystal component obtained from both sides of the eburnation of a piezo electric crystal can be enlarged.

[0055] making a, b, and c into the specific range mentioned above among the above-mentioned general formula (1) -- this -- being out of range -- crookedness of a piezo electric crystal component -- it is because a variation rate becomes small.

[0056] Moreover, it is 0.05 - 10.0 % of the weight among a porcelain constituent, the content of NiO has 0.50 - 8.0 desirable % of the weight, and its 1.0 - 6.0 % of the weight is more desirable. since the content of NiO becomes inadequate

[eburnation] for it to be less than 0.05 % of the weight -- crookedness of a piezo electric crystal component -- since a reaction with a ceramic base will increase if a variation rate becomes small and NiO content exceeds 10.0 % of the weight -- too -- crookedness of a piezo electric crystal component -- a variation rate becomes small.

[0057] As a raw material of the constituent shown in the general formula (1) mentioned above The simple substance which consists of each element of Pb, Ba, calcium, Sr, La, Mg, Nb, Zr, and Ti, the oxide (it MgO(s) PbO , $\text{Pb } 3\text{O}_4$, and La_2O_3 --) of each [these] element [for example,] $\text{Nb } 2\text{O}_5$, TiO_2 and ZrO_2 , the carbonate (for example, BaCO_3 , SrCO_3 , MgCO_3 , CaCO_3) of each [these] element, or the compound (for example, MgNb_2O) containing two or more each [these] elements can be mentioned. The raw material of these piezoelectric material is one-sort independent, or can be used combining two or more sorts.

[0058] Although there is especially no limit about the preparation approach of piezoelectric material, it can carry out by the following approaches, for example. First, the raw material mentioned above is mixed so that the content of each element of Pb, Ba, calcium, Sr, La, Mg, Nb, Zr, and Ti may become a desired rate based on the general formula (1) mentioned above, it mixes at a predetermined rate which mentioned the obtained constituent and NiO above, and carry out temporary quenching of the obtained mixed raw material at 750-1300 degrees C, and let it be a desired porcelain constituent. At the end, the obtained porcelain constituent is ground and let it be the piezoelectric material of predetermined particle diameter.

[0059] In addition, preparation of piezoelectric material may be based on other approaches, and can be prepared with the alkoxide method, a coprecipitation method, etc.

[0060] Although especially a limit does not have the approach of applying piezoelectric material, an ion beam, sputtering, vacuum deposition, PVD, ion plating, CVD, plating, screen-stencil, a spray, dipping, etc. can be mentioned, for example. The sputtering method and screen printing are desirable at the point which can be easily applied continuously by the configuration where precision is high, and thickness, especially.

[0061] By the first manufacture approach, although direct piezoelectric material may be applied on a ceramic base, first, an electrode may be formed on a ceramic base and piezoelectric material may be applied on the electrode. As an approach of forming an electrode, an ion beam, sputtering, vacuum deposition, PVD, ion plating, CVD, plating, screen-stencil, a spray, dipping, etc. can be mentioned, for example. Especially, the sputtering method and screen printing are desirable in respect of junction nature with a ceramic base and a piezo electric crystal.

[0062] At least one sort chosen from the group which consists of platinum, palladium, a rhodium, silver, and these alloys as an ingredient which forms an electrode can be mentioned. The alloy which uses platinum or platinum as a principal component at the point that the thermal resistance at the time of heat-treating a piezo electric crystal is high about especially is desirable.

[0063] The thickness of the electrode to form has desirable 15 micrometers or less, and its 5 micrometers or less are more desirable. if it exceeds 15 micrometers, in order that an electrode may act as a relaxation layer -- crookedness -- a variation rate may become small In addition, an electrode is heat-treated if needed and united with a ceramic base.

[0064] By the first manufacture approach of this invention, the charge of ambient atmosphere control material which consists of a presentation of NiO content the same as that of a porcelain constituent or bigger the piezoelectric material subsequently applied on the ceramic base mentioned above is made to live together, and it heat-treats. Volatilization of NiO in the porcelain constituent which constitutes piezoelectric material can be prevented, it can consider as the piezo electric crystal which NiO has a concentration gradient used as high concentration, and distributes in the thickness direction from the contact surface of a piezo electric crystal and a ceramic base uniformly in the porcelain constituent which constitutes a piezo electric crystal, and a piezo electric crystal like a parenthesis can be made to fix with a ceramic base.

[0065] The concentration gradient which serves as high concentration in the thickness direction from the contact surface with a ceramic base into a piezo electric crystal in NiO can be given, and it can be made to distribute by being able to make homogeneity distribute NiO in a piezo electric crystal, and considering as high concentration from the porcelain constituent which constitutes piezoelectric material by specifically making NiO content of the constituent made to live together the same as that of the porcelain constituent which constitutes piezoelectric material. Moreover, the magnitude of a concentration gradient can also be adjusted by adjusting the NiO content of the constituent made to live together. In addition, although there is especially no limit about components other than NiO, it is desirable to make it the same as that of the porcelain constituent which constitutes piezoelectric material also about the content of other components in respect of volatilization prevention of other components.

[0066] The temperature of heat treatment in the first manufacture approach has desirable 1000-1400 degrees C, and is more desirable. [of 1100-1350 degrees C] At the temperature of less than 1000 degrees C, if it is imperfect, or fixing with a ceramic base and a piezo electric crystal may become inadequate [the compactness of a piezo electric crystal] and exceeds 1400 degrees C, since the amount of volatilization of Pb in piezoelectric material will increase, it may become difficult to obtain the piezo electric crystal of a desired presentation. After heat treatment forms an electrode, it may be performed, and before forming an electrode, it may be performed.

[0067] 3. The second manufacture approach of the second manufacture approach this invention prepares the piezoelectric material which consists of a specific porcelain constituent, applies the prepared piezoelectric material on a ceramic base etc. by the specific approach, and heat-treats the applied piezoelectric material. Hereafter, it explains concretely.

[0068] By the second manufacture approach of this invention, two or more sorts of piezoelectric material which consists of porcelain constituents which used the specific constituent as the principal component and made it different NiO content first is prepared. It can carry out like the preparation approach of the piezoelectric material which could use the thing same as a porcelain constituent used in order to prepare piezoelectric material as the porcelain constituent used by the first manufacture approach, and was stated by the first manufacture approach. In addition, the second manufacture approach is different from the first manufacture approach at the point which shall consist of two or more sorts of porcelain constituents made into different NiO content.

[0069] By the second manufacture approach of this invention next, two or more sorts of piezoelectric material which consists of porcelain constituents of different NiO content is applied on the electrode formed in the ceramic base top or the ceramic base one by one from what has small NiO content. Thereby, NiO in the porcelain constituent which constitutes a piezo electric crystal can obtain certainly the piezo electric crystal which has a concentration gradient used as high concentration in the thickness direction, and is distributed in it from the contact surface of a piezo electric crystal and a ceramic base. About the approach of spreading of piezoelectric material, there is especially no limit and it can be performed like the first

manufacture approach.

[0070] By the second manufacture approach of this invention next, the piezoelectric material applied on this ceramic base or an electrode is heat-treated. Although it is not necessary to make the charge of ambient atmosphere control material which not necessarily contains NiO live together in the case of heat treatment, it is the point which controls the concentration gradient of NiO in a porcelain constituent to a precision more, and it is desirable to make the charge of ambient atmosphere control material containing NiO live together. Moreover, all of two or more sorts of piezoelectric material of different NiO content mentioned above may be collectively heat-treated, after applying, and when various piezoelectric material is applied, respectively, you may heat-treat according to an individual. About the temperature of heat treatment, it is the same as that of the first manufacture approach.

[0071]

[Example] Hereafter, although an example explains this invention concretely, this invention is not limited to these examples. In addition, the various measurement about an example and the example of a comparison was the followings, was made and went.

[0072] 1. crookedness -- a variation rate -- the crookedness produced when an electrical potential difference was impressed so that electric field may become vertical inter-electrode in mm and 3kV -- the variation rate was measured with the laser displacement measurement machine.

[0073] 2. The microscopy of the front face of the piezo electric crystal of the piezo electric crystal component obtained in porosity each example and each example of a comparison and the range of about 50 micrometers of every direction was carried out with the scanning electron microscope, it asked for the rate of the area which the pore in the piezo electric crystal in three visual fields occupies, respectively, and the average was made into porosity.

[0074] (Example 1) The lower electrode (dimension: 1.2x0.8mm, thickness:3micrometer) which consists of platinum was formed with screen printing on the ZrO₂ base (the dimension of a thin-walled part: 1.6x1.1mm, thickness:10micrometer) stabilized by Y₂O₃, and it was made to unite with a base by heat treatment. It is Pb1.00 (Mg1/3Nb 2/3) 0.20Ti0.43Zr 0.37O₃ on it. 98.5 % of the weight and NiO The piezoelectric material (dimension: 1.3x0.9mm, thickness:13micrometer) which consists of a porcelain constituent containing 1.5 % of the weight was applied, and 1275 degrees C was heat-treated for 2 hours with the charge of ambient atmosphere control material of the same presentation as piezoelectric material. The thickness of the piezoelectric material after heat treatment was 10 micrometers. Subsequently, after forming on it the up electrode (dimension: 1.2x0.8mm, thickness:0.5micrometer) which consists of gold with screen printing, it heat-treated and the piezo electric crystal component was manufactured. crookedness of the obtained piezo electric crystal component -- the place which asked for the variation rate -- 2.20 micrometers and very big crookedness -- the variation rate was accepted. The presentation of the used piezoelectric material and a result are collectively shown in Table 1.

[0075] (An example 2 and examples 1 and 2 of a comparison) In the example 1, everything but having used the thing of Table 1 for piezoelectric material manufactured the piezo electric crystal component like the example 1. crookedness of the obtained piezo electric crystal -- the as big crookedness with the piezo electric crystal component of the example 2 whose presentation (a, b, c) of piezoelectric material is the range of this invention when it asks for a variation rate as 2.22 micrometers -- the variation rate was accepted. on the other hand -- the piezo electric crystal component of the examples 1 and 2 of a comparison with the presentation (a, b, c) of piezoelectric material out of range [this invention] -- respectively as small crookedness as 1.56 micrometers and 1.38 micrometers -- it was a variation rate. A result is collectively shown in Table 1.

[0076]

[Table 1]

	P b M g _{1/3} N b _{2/3} O ₃ - P b Z r O ₃ - P b T i O ₃ 三成分固溶系組成物の組成							N i O 含有率 (重量%)	屈曲変位 (μ m)
	P b 置換元素		x	y	a	b	c		
	元素種	割合 (mol%)							
実施例 1	無し	-	1.00	1.00	0.200	0.430	0.370	1.5	2.20
実施例 2	Ca	5.0	1.00	1.00	0.375	0.375	0.250	5.0	2.22
比較例 1	無し	-	1.00	1.00	0.600	0.300	0.100	8.0	1.56
比較例 2	Sr	10.0	1.00	1.00	0.150	0.350	0.500	0.5	1.38

[0077] (Examples 1-3 of reference) It sets in the example 1 and is Pb1.00 (Mg1/3Nb 2/3) 0.20Ti0.43Zr 0.37O₃ as a piezoelectric material. 98.5 % of the weight, the porcelain constituent which prepared the porcelain constituent containing NiO 1.5 % of the weight, and was obtained -- respectively -- 97 capacity %, 93 capacity %, and 85 capacity % -- receiving -- a latex (by heat treatment, in order to carry out oxidation evaporation) with a particle size of 8-12 micrometers the part which existed before heat treatment -- compulsory -- pore -- being generated -- the piezo electric crystal component was manufactured like the example 1 except having used 3 capacity %, 7 capacity %, and the thing of which 15 capacity % mixing was done as a piezoelectric material, respectively. the piezo electric crystal of the example 3 of reference whose porosity the latex content in piezoelectric material is large, and is 19% -- crookedness -- the piezo electric crystal of the example 2 of reference whose variation rate is 1.77 micrometers and whose porosity is 10% -- crookedness -- the piezo electric crystal of the example 1 of reference whose variation rate is 2.08 micrometers and whose porosity is 5% -- crookedness -- a variation rate is 2.20 micrometers and porosity becomes large -- alike -- following -- crookedness -- it was checked that a variation rate falls. A result is collectively shown in Table 2.

[0078]

[Table 2]

	ラテックス量 (容量%)	気孔率 (%)	屈曲変位 (μm)
参考例 1	3	5	2 . 2 0
参考例 2	7	1 0	2 . 0 8
参考例 3	1 5	1 9	1 . 7 7

[0079] (An example 3 and examples 3 and 4 of a comparison) In the example 1, the piezo electric crystal component was manufactured like the example 1 except having used the piezoelectric material of a presentation of the NiO content shown in Table 3. crookedness of the obtained piezo electric crystal component -- the piezo electric crystal component of the example 3 whose NiO content is 1.5 % of the weight when it asks for a variation rate -- porosity -- 5% -- small -- crookedness -- the value with a as big variation rate as 2.20 micrometers was accepted. on the other hand -- the piezo electric crystal component of the example 3 of a comparison with the as small NiO content in piezoelectric material as 0.03 % of the weight -- porosity -- 13% -- large -- crookedness -- variation rates were 1.77 micrometers and a small value. moreover -- although porosity was as small as 4% with the piezo electric crystal component of the example 4 of a comparison with the as big NiO content in piezoelectric material as 15.0 % of the weight -- crookedness -- variation rates were 1.41 micrometers and a small value. A result is collectively shown in Table 3.

[0080]

[Table 3]

	N i O 含有率 (重量%)	気孔率 (%)	屈曲変位 (μm)
実施例 3	1 . 5	5	2 . 2 0
比較例 3	0 . 0 3	1 3	1 . 7 7
比較例 4	1 5 . 0	4	1 . 4 1

[0081] (Example 4) It sets in the example 1 and is $\text{Pb}1.00(\text{Mg}0.97/3\text{Nb } 2/3) 0.20\text{Ti}0.43\text{Zr } 0.37\text{O}3$ as a piezoelectric material. 98.0 % of the weight and NiO Piezo electric crystal component manufacture was carried out like the example 1 except having used the porcelain constituent containing 2.0 % of the weight. crookedness of the obtained piezo electric crystal component -- the place which asked for the variation rate -- 2.11 micrometers and comparatively big crookedness -- the variation rate was accepted. Moreover, when the distributed condition of NiO in a piezo electric crystal was checked by EPMA analysis, having distributed to homogeneity was admitted. A result is collectively shown in Table 4.

[0082] In an example 1 $0.37\text{O}398.0$ % of the weight of $\text{Pb}1.00(\text{Mg}0.97/3\text{Nb } 2/3) 0.20\text{Ti}0.43\text{Zr}$, (Example 5) NiO The porcelain constituent containing 2.0 % of the weight is used. As a charge of ambient atmosphere control material $0.37\text{O}390.0$ % of the weight of $\text{Pb}1.00(\text{Mg}0.97/3\text{Nb } 2/3) 0.20\text{Ti}0.43\text{Zr}$, NiO The piezo electric crystal component was manufactured like the example 1 except having used the porcelain constituent containing 10.0 % of the weight. crookedness of the obtained piezo electric crystal component -- the place which asked for the variation rate -- bigger crookedness than the piezo electric crystal component of 2.29 micrometers and an example 4 -- the variation rate was accepted. Moreover, when the distributed condition of NiO in a piezo electric crystal was checked by EPMA analysis, having had a concentration gradient used as high concentration in the thickness direction, and having distributed in it from the root face of a piezo electric crystal and a ceramic base, was admitted. A result is collectively shown in Table 4.

[0083]

[Table 4]

	N i O 濃度勾配	屈曲変位 (μm)
実施例 4	均一	2 . 1 1
実施例 5	表面濃度が高い	2 . 2 9

[0084] (An example 6 and examples 5 and 6 of a comparison) In the example 1, the piezo electric crystal component was manufactured like the example 1 except having used the piezoelectric material of the presentation shown in Table 5. crookedness of the obtained piezo electric crystal component -- the as big crookedness with the piezo electric crystal component of the example 6 whose content of Mg to Nb in piezoelectric material is within the limits ($y=0.97$) of this invention when it asks for a variation rate as 2.03 micrometers -- the variation rate was accepted. on the other hand, the crookedness with 1.55 micrometers and all small in the example 6 of a comparison with the big ($y=1.15$) content of Mg [as opposed to Nb in 1.21 micrometers and piezoelectric material at the piezo electric crystal component of the example 5 of a comparison with the small ($y=0.85$) content of Mg to Nb in piezoelectric material] -- it became a variation rate. A result is collectively shown in Table 5.

[0085]

[Table 5]

	P b M g _{1/3} N b _{2/3} O ₃ - P b Z r O ₃ - P b T i O ₃ 三成分固溶系組成物の組成						N i O 含有率 (重量%)	屈曲変位 (μ m)	
	P b 置換元素		x	y	a	b			c
	元素種	割合 (mol%)							
実施例 6	B a	4.0	1.00	0.97	0.370	0.380	0.250	2.0	2.03
	L a	0.8							
比較例 5	B a	4.0	1.00	0.85	0.370	0.380	0.250	2.0	1.21
	L a	0.8							
比較例 6	B a	4.0	1.00	1.15	0.370	0.380	0.250	2.0	1.55
	L a	0.8							

[0086] (An example 7 and example 7 of a comparison) In the example 1, the piezo electric crystal component was manufactured like the example 1 except having used the piezoelectric material of the presentation shown in Table 6. crookedness of the obtained piezo electric crystal component -- the as big crookedness with the piezo electric crystal component of the example 7 whose content of Pb in piezoelectric material is within the limits (x= 0.98) of this invention when it asks for a variation rate as 2.23 -- the variation rate was accepted. on the other hand, crookedness as small with the piezo electric crystal component of the small (x= 0.93) example 7 of a comparison of the content of Pb in piezoelectric material as 1.75 -- it became a variation rate. A result is collectively shown in Table 6.

[0087]

[Table 6]

	PbMg _{1/3} Nb _{2/3} O ₃ -PbZrO ₃ -PbTiO ₃ 三成分固溶系組成物の組成						NiO含有率 (重量%)	屈曲変位 (μm)	
	Pb置換元素		x	y	a	b			c
	元素種	割合 (mol%)							
実施例 7	無し	—	0.98	0.97	0.375	0.375	0.250	1.5	2.23
比較例 7	無し	—	0.93	0.85	0.375	0.375	0.250	1.5	1.75

[0088] (Examples 8-11) In the example 1, the piezo electric crystal component was manufactured like the example 1 except having used the piezoelectric material of the presentation shown in Table 7. crookedness of the obtained piezo electric crystal component -- the place which asked for the variation rate -- the comparatively as big crookedness also about which piezo electric crystal component of examples 8-11 as 1.89-2.16 -- the variation rate was accepted. However, the piezo electric crystal component of an example 9 using the piezoelectric material which consists of a presentation which permuted 5.0-mol% of Pb by Sr, and with the piezo electric crystal component of an example 10 using the piezoelectric material which consists of a presentation permuted by Ba, 10.0-mol% of Pb crookedness -- crookedness of the piezo electric crystal component of an example 8 using the piezoelectric material with which a variation rate consists of a presentation which does not permute Pb by 2.16 micrometers and 2.10 micrometers at all, respectively -- the variation rate of 2.02 micrometers -- comparing -- the crookedness with big all -- the variation rate was accepted. the piezo electric crystal component of an example 11 using the piezoelectric material which consists of a presentation which permuted 7.5-mol% of Pb by Sr, and permuted 7.5-mol% from calcium (it is 15-mol% at the whole) on the other hand -- crookedness -- crookedness of the piezo electric crystal component of an example 8 using the piezoelectric material with which a variation rate consists of a presentation which does not permute Pb by 1.89 micrometers at all -- the variation rate of 2.02 micrometers -- comparing -- small crookedness -- it became a variation rate. A result is collectively shown in Table 7.

[0089]

[Table 7]

	PbMg _{1/3} Nb _{2/3} O ₃ -PbZrO ₃ -PbTiO ₃ 三成分固溶系組成物の組成							NiO含有率 (重量%)	屈曲変位 (μm)
	Pb置換元素		x	y	a	b	c		
	元素量	割合 (mol%)							
実施例 8	無し	—	1.00	0.97	0.375	0.375	0.250	1.0	2.02
実施例 9	Sr	5.0	1.00	0.97	0.375	0.375	0.250	1.0	2.16
実施例 10	Ba	10.0	1.00	0.97	0.375	0.375	0.250	1.0	2.10
実施例 11	Ba	7.5	1.00	0.97	0.375	0.375	0.250	1.0	1.89
	Ca	7.5							

[0090] (Examples 12-14) In the example 1, the piezo electric crystal component was manufactured like the example 1 except having used the piezoelectric material of the presentation shown in Table 8. crookedness of the obtained piezo electric crystal component -- the place which asked for the variation rate -- the comparatively as big crookedness also about which piezo electric crystal component of examples 12-14 as 1.78-2.20 micrometers -- the variation rate was accepted. however -- the piezo electric crystal component of an example 13 using the piezoelectric material which consists of a presentation which permuted 0.8-mol% of Pb by La -- crookedness -- crookedness of the piezo electric crystal component of an example 12 using the piezoelectric material with which a variation rate consists of a presentation which has not permuted a part of Pb by 2.20 micrometers by La -- the variation rate of 2.02 micrometers -- comparing -- big crookedness -- the variation rate was accepted. the piezo electric crystal component of an example 14 using the piezoelectric material which consists of a

presentation which permuted 1.5-mol% of Pb by La on the other hand -- crookedness -- a variation rate -- 1.78 micrometers and 2.02 micrometers of the piezo electric crystal component of an example 12 -- comparing -- small crookedness -- it became a variation rate. A result is collectively shown in Table 8.

[0091]

[Table 8]

	PbMg _{1/3} Nb _{2/3} O ₃ -PbZrO ₃ -PbTiO ₃ 三成分固溶系組成物の組成						NiO含有率 (重量%)	屈曲変位 (μm)	
	Pb置換元素		x	y	a	b			c
	元素種	割合 (mol%)							
実施例 1 2	無し	—	1.00	0.97	0.375	0.375	0.250	1.0	2.02
実施例 1 3	La	0.8	1.00	0.97	0.375	0.375	0.250	1.0	2.20
実施例 1 4	La	1.6	1.00	0.97	0.375	0.375	0.250	1.0	1.78

[0092] (Examples 15 and 16 and example 8 of a comparison) It sets in the example 1 and is [0.370398.5 % of the weight of Pb1.00 (Mg1/3Nb 2/3) 0.20Ti0.43Zr, and] NiO. The piezo electric crystal component was manufactured like the example 1 except having used further the charge of ambient atmosphere control material of the presentation shown in Table 9 using the piezoelectric material containing 1.5 % of the weight. A variation rate is accepted. crookedness of the obtained piezo electric crystal component -- the as big crookedness with the piezo electric crystal component of the example 15 manufactured using the charge of ambient atmosphere control material which consists of the presentation same when it asks for a variation rate as the porcelain constituent which constitutes a piezo electric crystal as 2.20 micrometers -- With the piezo electric crystal component of the example 16 manufactured using the charge of ambient atmosphere control material which consists of a big presentation of NiO content from the porcelain constituent which constitutes a piezo electric crystal, still bigger crookedness displacement was accepted to be 2.42 micrometers. on the other hand -- the piezo electric crystal component of the example 8 of a comparison manufactured using the charge of ambient atmosphere control material which consists of a small presentation of NiO content from the porcelain constituent which constitutes a piezo electric crystal -- the piezo electric crystal component of 2.03 micrometers and examples 15 and 16 -- comparing -- small crookedness -- it became a variation rate. A result is collectively shown in Table 9.

[0093]

[Table 9]

	PbMg _{1/3} Nb _{2/3} O ₃ -PbZrO ₃ -PbTiO ₃ 三成分固溶系組成物の組成						NiO含有率 (重量%)	屈曲変位 (μm)	
	Pb置換元素		x	y	a	b			c
実施例 1 5	無し		1.00	1.00	0.200	0.430	0.370	1.5	2.20
実施例 1 6	無し		1.00	1.00	0.200	0.430	0.370	8.0	2.42
比較例 8	無し		1.00	1.00	0.200	0.430	0.370	0.03	2.03

[0094]

[Effect of the Invention] As explained above, while having a piezo-electric, very high property according to the piezo electric crystal component and its manufacture approach of this invention, it excels in the oscillating convective one between a ceramic base and a piezo electric crystal, and the piezo electric crystal component which can attain a miniaturization and densification of an actuator, a sensor, etc., and its manufacture approach can be offered.

[Translation done.]

JAPANESE

[JP,2002-100819,A]

CLAIMS DETAILED DESCRIPTION TECHNICAL FIELD PRIOR ART EFFECT OF THE INVENTION TECHNICAL
PROBLEM MEANS EXAMPLE DESCRIPTION OF DRAWINGS DRAWINGS

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the explanatory view showing typically the gestalt of operation of one of the piezo electric crystal component of this invention, and (b) is a top view and (b) is a X-X' sectional view.

[Drawing 2] It is the explanatory view showing typically the gestalt of other operations of the piezo electric crystal component of this invention, and (b) is a top view and (b) is a X-X' sectional view.

[Drawing 3] It is the explanatory view showing typically the gestalt of other operations of the piezo electric crystal component of this invention, and (b) is a top view and (b) is a X-X' sectional view.

[Drawing 4] It is the explanatory view showing typically the gestalt of other operations of the piezo electric crystal component of this invention, and (b) is a top view and (b) is a X-X' sectional view.

[Drawing 5] It is the explanatory view showing typically the gestalt of other operations of the piezo electric crystal component of this invention, and (b) is a top view and (b) is a X-X' sectional view.

[Drawing 6] It is the sectional view showing typically the gestalt of other operations of the piezo electric crystal component of this invention.

[Drawing 7] It is the sectional view showing typically the gestalt of other operations of the piezo electric crystal component of this invention.

[Description of Notations]

1 -- A piezo electric crystal, 2 -- A ceramic base (2a [-- Thin-walled part] -- a root face, 2b -- a heavy-gage part, 2c), 3 -- Electrode (3a [-- A tandem-type electrode, 3e / -- Common electrode] -- an up electrode, 3b -- a lower electrode, 3c, 3d).

[Translation done.]